

**VYSOKÁ ŠKOLA BÁŇSKÁ -
TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA**
HORNICKO-GEOLOGICKÁ FAKULTA
Institut environmentálního inženýrství

Zhodnocení vlivu silnic na životní prostředí

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Autor práce: Bc. Alexandra Alčerová

Vedoucí práce: Ing. Jana Kodymová, Ph.D.

2012

VŠB – TECHNICAL UNIVERSITY OF OSTRAVA
FACULTY OF MINING AND GEOLOGY
Institute of environmental engineering

Environmental Impact Assessment of Highway

THESIS

Author: Bc. Alexandra Alčerová

Supervisor: Ing. Jana Kodymová, Ph.D.

2012

Zadání diplomové práce

Student:

Bc. Alexandra Alčerová

Studijní program:

N2102 Nerostné suroviny

Studijní obor:

3904T005 Environmentální inženýrství

Téma:

Zhodnocení vlivu silnic na životní prostředí
Environmental Impact Assessment of Highway

Zásady pro vypracování:

- 1.) Úvod
- 2.) Obecné vlivy znečišťujících látek z ovzduší
- 3.) Vliv dopravy v rámci Moravskoslezského kraje
- 4.) Definice cílů a rozsahu prováděné analýzy
- 5.) Inventarizační analýza
- 6.) Analýza vlivu silnice na ŽP
- 7.) Interpretace výsledků
- 8.) Závěr

Seznam doporučené odborné literatury:

BRANIŠ, Martin; HŮNOVÁ, Iva. Atmosféra a klima. : Aktuální otázky ochrany ovzduší.

Praha: Karolinum, 2009. 352 s. ISBN 978-80-246-1598-1.

KOČÍ, V. Posuzování životního cyklu, Ekomonitor, Chrudim 2009, 263 s. ISBN 978-80-86832-42-5

REMTOVÁ, K. Posuzování životního cyklu, Praha : Ministerstvo životního prostředí, 2003, 15 s. ISBN 80-7212-232-0

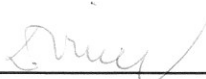
SimaPro LCA software

Formální náležitosti a rozsah diplomové práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.


Vedoucí diplomové práce: **Ing. Jana Kodymová, Ph.D.**

Datum zadání: 31.10.2011

Datum odevzdání: 30.04.2012


prof. Ing. Vojtech Dirner, CSc.
vedoucí institutu




prof. Ing. Vladimír Slivka, CSc., dr.h.c.
děkan fakulty

ABSTRAKT

Cílem diplomové práce bylo analyzovat a objektivně zhodnotit vlivy dopravy na životní prostředí. Vzhledem k faktu, že silniční doprava prezentuje nejvýznamnější vlivy a negativní dopady na životní prostředí, což ukazuje analýza a shrnutí teoretických poznatků v první části práce, zaměřila jsem se v druhé praktické části DP na identifikaci a vyhodnocení těchto aspektů právě u nejproblematictější silniční dopravy. Obecným přehledem vlivů znečišťujících látek na ŽP a shrnutí vlivů jednotlivých běžných typů dopravy je poskytnut souhrnný teoretický základ, na nějž navazuje samotná konkrétní analýza prostřednictvím metody LCA a s pomocí programu SimaPro. Z ní v závěru vyplývá jako nejdůležitější aspekt vytvoření vzájemných vazeb mezi životními cykly produktů a dopady fází těchto cyklů na životní prostředí.

Klíčová slova: metoda LCA, SimaPro, vlivy dopravy, znečišťující látky

ABSTRACT

The aim of this thesis was to analyze and provide an objective evaluation of transportation influences on the environment. Due to the fact that the road transport presents the most significant impacts and negative effects on the environment, which is shown in the analysis and the summary of the theoretical finding in the first part of this thesis, in the second part of the thesis, I focused on the identification and evaluation of these aspects by the most problematic road transport. A general overview of the effects of the pollutants on the environment and a summary of the effects of individual common types of transport has provided an overall theoretical basis, which is followed by a specific analysis by means of the “LCA Method” and the “SimaPro” programme. As a result of it, the most important aspect coming out of it appears to create mutual links between living cycles of products and impacts of these cycles on the environment.

Keywords: method LCA, SimaPro, impacts of transport, pollutants

Prohlášení

- Celou diplomovou práci včetně příloh, jsem vypracovala samostatně a uvedla jsem všechny použité podklady a literaturu.
- Byla jsem seznámena s tím, že na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č.121/2000 Sb. – autorský zákon, zejména § 35 – využití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a využití díla školního a § 60 – školní dílo.
- Beru na vědomí, že Vysoká škola Báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB-TUO) má právo nevýdělečně, ke své vnitřní potřebě, diplomovou práci užít (§ 35 odst. 3).
- Souhlasím s tím, že jeden výtisk diplomové práce bude uložen v Ústřední knihovně VŠB-TUO k prezenčnímu nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího diplomové práce. Souhlasím s tím, že údaje o diplomové práci, obsažené v Záznamu o závěrečné práci, umístěném v příloze mé diplomové práce, budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- Bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- Bylo sjednáno, že užít své dílo – diplomovou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla naloženy (až do jejich skutečné výše).

V Ostravě dne 30. 4. 2012

.....

Alexandra Alčerová

Poděkování

Chtěla bych poděkovat Ing. Janě Kodymové, Ph.D, za ochotu a cenné rady. Také bych velmi ráda poděkovala Ing. Jiřímu Ondráškovi, manažeru přípravy z firmy Silnice CZ, s. r. o. za poskytnutí informací, které se týkají výstavby komunikací a všem ostatním, kteří mi byli nápomocni.

OBSAH

ÚVOD A CÍLE PRÁCE	1
Teoretická část	2
1 OBECNÉ VLIVY ZNEČIŠŤUJÍCÍCH LÁTEK Z OVZDUŠÍ	2
1.1 Oxid uhličitý (CO ₂)	2
1.2 Oxid uhelnatý (CO)	4
1.3 Oxidy dusíku (NO _x /NO a NO ₂)	6
1.4 Polétavý prach (PM ₁₀)	8
1.5 Oxidy síry (SO _x)	9
2 VLIV DOPRAVY V RÁMCI MORAVSKOSLEZSKÉHO KRAJE	11
2.1 Vliv letecké dopravy	11
2.2 Vliv železniční dopravy	14
2.3 Silniční doprava	16
3 METODA LCA	25
3.1 Životní cyklus výrobku	25
3.2 Fáze postupu LCA	27
3.3 Využití metody LCA	30
Ekodesign	30
Ekoznačení typu III – Environmentální prohlášení o produktu	31
LCA a normy ISO	33
Praktická část	34
4 DEFINICE CÍLŮ A ROZSAHU PROVÁDĚNÉ ANALÝZY	34
4.1 Funkční jednotka	35
4.2 Hranice systému	35
4.3 Software Sima Pro 7.1	35
5 INVENTARIZAČNÍ ANALÝZA	36
5.1 Sběr dat	36
6 ANALÝZA VLIVU NA ŽP	44
7 INTERPRETACE VÝSLEDKŮ	52
7.1 Kategorizace dopadu	52
7.2 ABC analýza	54
7.3 Kontrola konzistence	56

ZÁVĚR	57
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	60
SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ.....	63
SEZNAM OBRÁZKŮ	65
SEZNAM TABULEK.....	66
SEZNAM GRAFŮ	68
SEZNAM PŘÍLOH.....	69

ÚVOD A CÍLE PRÁCE

Pro svou diplomovou práci jsem si zvolila téma „Zhodnocení vlivu silnic na životní prostředí“, protože doprava představuje pro přírodu obrovský problém. Narušuje přirozené rovnováhy a následně ovlivňuje život organismů. Silnice a dálnice jsou bariérami, které významnou měrou negativně působí na přirozenou migraci většiny organismů v krajině.

Hlavními cíli práce jsou:

Objektivně zhodnotit vlivy silniční dopravy na životní prostředí. Prostřednictvím metody LCA najít a zohlednit veškeré negativní dopady na životní prostředí.

Nejdůležitějším bodem je vytvoření vzájemné vazby mezi životním cyklem produktu a dopadem cyklu na životní prostředí. Je třeba určit a zvážit možnosti, jimiž lze přispět ke zlepšení stavu životního prostředí.

Ve své práci jsem se věnovala problematice jednotlivých typů komunikací v návaznosti na hlavní dopady, které mohou představovat. První kapitola je věnována obecným vlivům znečišťujících látek na životní prostředí. Je zde výčet důležitých vlastností jednotlivých látek, zdrojů emisí spolu s hlavními vlivy a dopady, které mají na člověka a prostředí.

V další části jsou rozvedeny druhy dopravy – letecká, železniční a silniční. U každého druhu jsem se zaměřila na základní charakteristiku a nejdůležitější vlivy na prostředí. Také se zmiňuji o tom, jak bychom mohli snižovat emise dané dopravy a jaká situace je nyní v Moravskoslezském kraji.

Třetí kapitola se týká samotné metodiky pomocí metody LCA, která blíže popisuje životní cyklus výrobku, a také se zabývá hodnocením životního cyklu. Metoda využívá program SimaPro, který velmi usnadňuje hodnocení dopadů silnic na životní prostředí.

Poslední část sestává ze samotné analýzy životního cyklu a jsou zde uvedeny výsledky této analýzy. V závěru uvádím veškerou použitou literaturu a přílohy.

Teoretická část

1 OBECNÉ VLIVY ZNEČIŠŤUJÍCÍCH LÁTEK Z OVZDUŠÍ

1.1 Oxid uhličitý (CO₂)

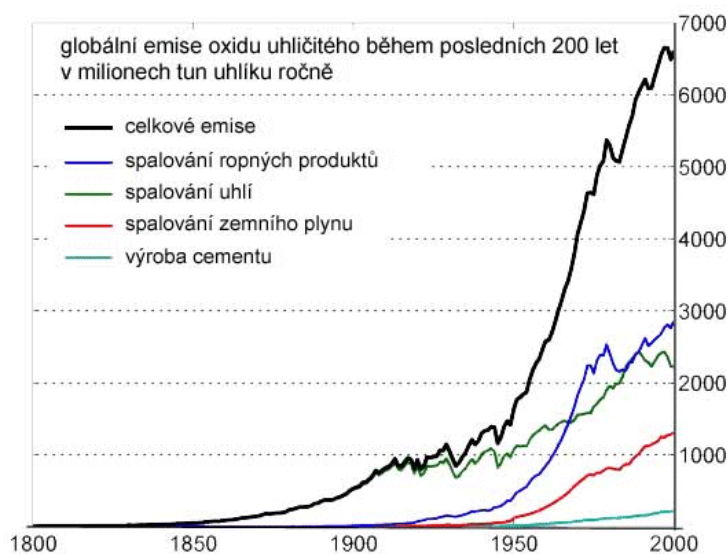
Je to bezbarvý plyn bez zápachu. Při vdechu většího množství působí štiplavě na sliznicích a vytváří kyselou chuť. Způsobuje ji rozpouštění na vlhkých sliznicích a ve slinách, kdy vzniká slabý roztok kyseliny uhličitě. Při ochlazení na -78 °C přechází do tuhého skupenství a vzniká bílá tuhá látka, tzv. suchý led. Oxid uhličitý je nepříliš reaktivní a nehořlavý. Je konečným stupněm oxidace uhlíku a výsledek hoření za dostatečného přístupu kyslíku.

Oxid uhličitý se využívá v potravinářském průmyslu jako chladivo při přepravě mražených výrobků. Dále je využíván pro výrobu šumivých nápojů a sodové vody. Oxid uhličitý je některými výrobci přidáván do piva a šumivých vín, přestože je zde obsažen díky přirozeným fermentačním pochodům. Další oblastí použití je kypření těst, kterého se dosahuje buď využitím kvasnic vytvářejících oxid uhličitý biologicky, nebo kypřícími přísadami, které oxid uhličitý uvolňují buď zahřátím, nebo působením kyseliny. Rovněž je využíván jako ochranná atmosféra. Oxid uhličitý je také používán jako levný a nehořlavý stlačený plyn pro nafukování záchranných vest či člunů. (VÍDEN, 2005)

Přirozeným zdrojem emisí oxidu uhličitého je dýchání aerobních organismů, zatímco fotosyntéza je proces vedoucí k jeho přirozenému úbytku. Tyto přírodní pochody působí protichůdně a výsledkem by mohl být vyvážený stav. Mezi další přírodní pochody tvořící oxid uhličitý patří požáry a sopečná činnost. Mezi antropogenní zdroje se řadí člověk, konkrétně spalování fosilních uhlíkatých paliv, které představuje velmi významný zdroj emisí. Zdrojem emisí je také spalování paliv biologického původu – biomasy, dřeva, bionafty a bioplynu. (BRANIŠ, HŮNOVÁ, 2009)

Zdroje emisí: spalovací procesy (uhlíkatá paliva), koksárenství, rafinerie olejů a plynu, hutnictví a kovoprůmysl, cementárny, sklárny, výroba keramiky, tavení nerostných materiálů, zpracování celulózy a dřeva, předúprava vláken a textilií, vydělávání kůží a kožešin a zařízení na zneškodňování uhynulých zvířat.

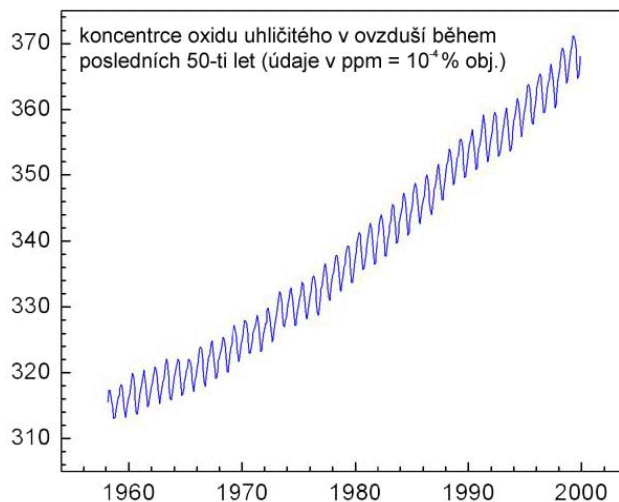
Z toho vyplývá, že oxid uhličitý se přímo využívá v těchto oblastech: potravinářský průmysl, využití v podobě stlačeného plynu, hašení hasicími přístroji s náplní kapalného oxidu uhličitého, svařování v ochranné atmosféře oxidu uhličitého, farmaceutický a chemický průmysl (alternativní rozpouštědlo) a zemědělská činnost (úprava složení atmosféry skleníků). Obrázek znázorňuje rostoucí emise oxidu uhličitého za 200 let.



Obrázek 1: Emise oxidu uhličitého podle původu (www.irz.cz)

Dopady na životní prostředí

Hlavním nepříznivým vlivem je přispění ke skleníkovému efektu a následnému globálnímu oteplování absorpcí infračerveného záření. Koncentrace oxidu uhličitého v atmosféře se neustále zvyšuje. Od roku 1960 do roku 2000 vzrostla o cca $60 \text{ ppm} = 60 \cdot 10^{-4} \%$ objemových CO_2 .



Obrázek 2: Vývoj koncentrace oxidu uhličitého v ovzduší v letech 1960-2000 (www.irz.cz)

Dopady na zdraví člověka

Pro člověka koncentrace oxidu v atmosféře nepředstavuje přímé riziko, protože se vyskytuje v atmosféře v malém množství. Krátkodobé expozice mohou způsobit bolest hlavy, závratě, dýchací potíže, třes, zmatenost a zvonění v uších. Vyšší expozice pak může způsobit křeče, kóma a smrt. V České republice platí limity v ovzduší pracovišť pro PEL - $9\,000\text{ mg.m}^{-3}$ a pro NPK – P - $45\,000\text{ mg.m}^{-3}$. (VÍDEN, 2005)

1.2 Oxid uhelnatý (CO)

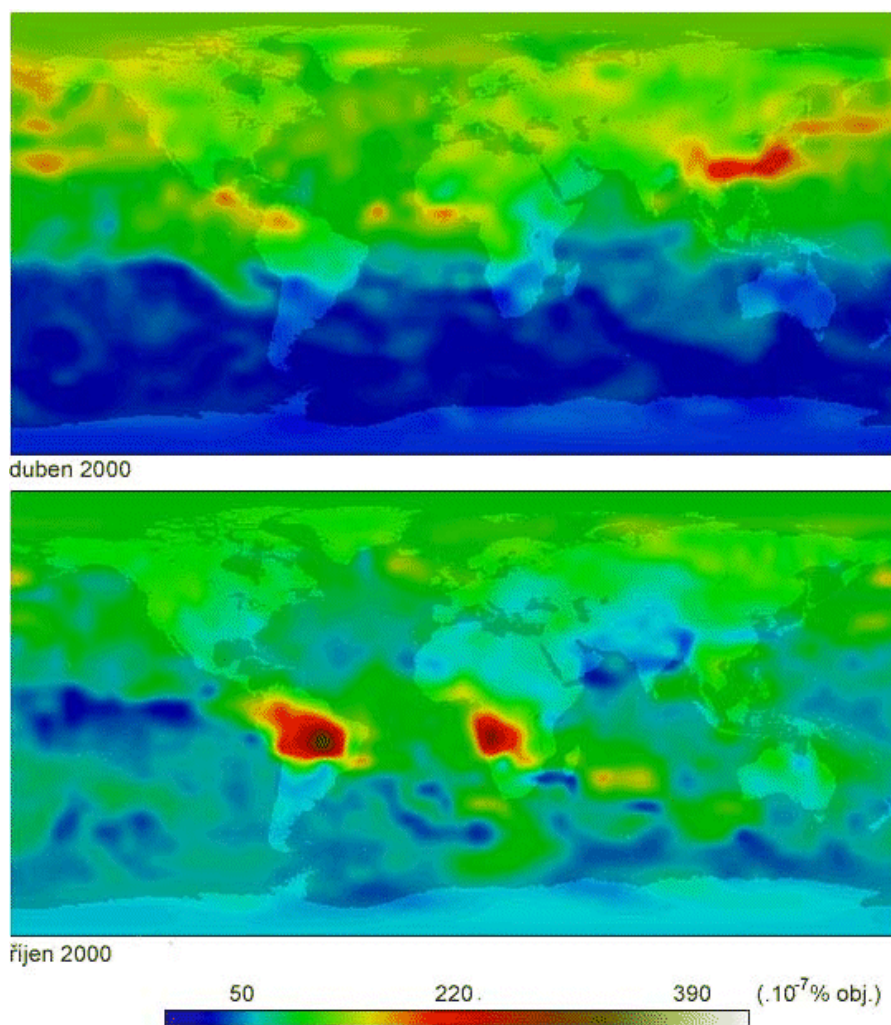
Jedná se o hořlavý a prudce jedovatý bezbarvý plyn bez zápachu, který vzniká jako hlavní produkt nedokonalého spalování materiálů s obsahem uhlíku. Hlavní využití má v hutnictví při rafinaci kovového niklu. Dalším využitím je výroba některých chemikálií.

Zdroje emisí

Hlavním zdrojem jsou procesy spalování uhlíkatých paliv za nízké teploty a nedostatku kyslíku. Vzniká také při lesních požárech a vulkanické činnosti. Je obsažen i v cigaretovém kouři a důležitou roli mají emise z motorů s vnitřním spalováním (u novějších motorů jsou emise sníženy použitím katalyzátorů). V neposlední řadě se emise vytvářejí i v zařízeních využívajících spalování jako jsou pece, kotle, kamna, sporáky, trouby či ohřívače vody.

Hlavními příčinami vzniku a emisí oxidu uhelnatého v takových zařízeních jsou zejména nevhodné technické uspořádání spalování, zanesené či ucpané přívody spalovacího vzduchu či paliva (obecně nedostatečná údržba zařízení) a netěsné výměníky tepla v pecích.

Oxid uhelnatý může proto vznikat v provozech, kde se využívá spalování nebo termických procesů: spalovací procesy (uhlíkatá paliva), koksárenství, zplyňování a zkapalňování uhlí, rafinerie olejů a zemního plynu, hutnictví a kovoprůmysl, cementárny, sklárny, výroba keramiky, tavení nerostných materiálů a zpracování celulózy a dřeva. (VÍDEN, 2005)



Obrázek 3: Satelitní snímek Země s obsahy oxidu uhelnatého ve spodních vrstvách atmosféry - satelit NASA „Terra“ s pomocí senzoru „MOPITT“

Dopady na životní prostředí

V atmosféře reaguje s jinými látkami fotochemickými reakcemi, kdy se rozkládá, ale také těmito reakcemi zvyšuje koncentrace metanu a přízemního ozonu (fotochemický smog). Oxid uhelnatý se mění na oxid uhličitý, proto můžeme pokládat oxid uhelnatý opět jako skleníkový plyn.

Dopady na zdraví člověka

Zabraňuje vstupu kyslíku do orgánů a tkání tím, že se váže při vdechu v krevním oběhu na hemoglobin. V ovzduší se vyskytuje v malých koncentracích, ale i tyto mohou vážně poškodit zdraví lidem trpícím kardiovaskulárními chorobami. Při zvýšené koncentraci snižuje u zdravých lidí pracovní výkonnost, manuální zručnost, zhoršuje

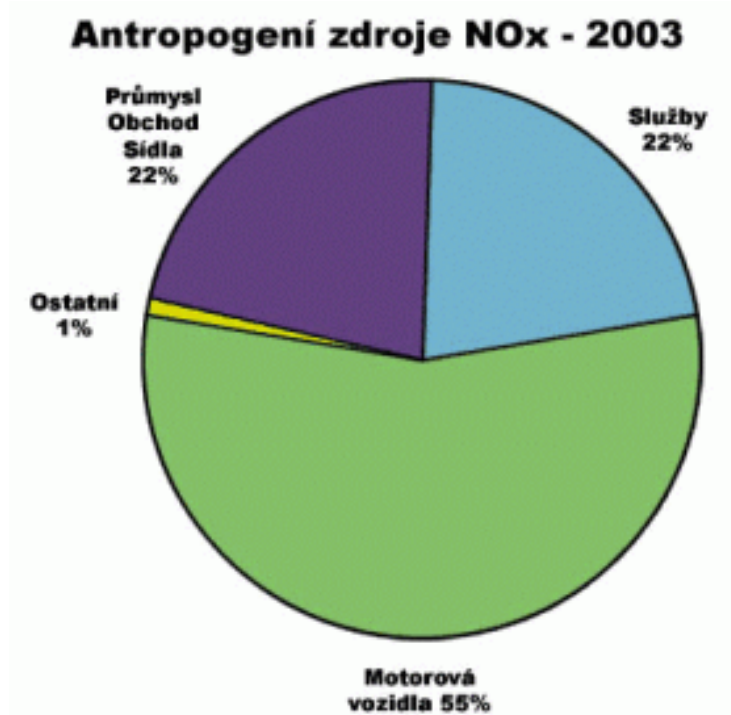
schopnost studia. U těhotných žen snižuje porodní váhu novorozenců. Vysoká koncentrace oxidu uhelnatého způsobuje otravu - hnědočervené zabarvení kůže, následuje kóma, křeče a smrt. V České republice platí pro koncentrace oxidu uhelnatého následující limity v ovzduší pracovišť: pro PEL - 30 mg.m^{-3} a pro NPK – P - 150 mg.m^{-3} . (VÍDEN, 2005)

1.3 Oxidy dusíku (NO_x/NO a NO_2)

Oxidy dusíku představují škálu oxidů, které znečišťují životní prostředí ve větší či menší míře. Mezi nejdiskutovanější řadíme oxid dusnatý (NO) a oxid dusičitý (NO_2). Oxid dusnatý je bezbarvý plyn bez zápachu. Oxid dusičitý je červenohnědý plyn štiplavého zápachu a používá se ve výrobě kyseliny dusičné a jako oxidační činidlo v průmyslových procesech.

Zdroje emisí

Nejvíce emisí oxidů dusíku vzniká při spalování paliv a biomasy. Primárním antropogenním zdrojem jsou motorová vozidla a dále také chemické procesy – výroba kyseliny dusičné. Takové výroby jsou však dnes vybaveny účinným zařízením na odstranění oxidů dusíku z odpadních plynů.

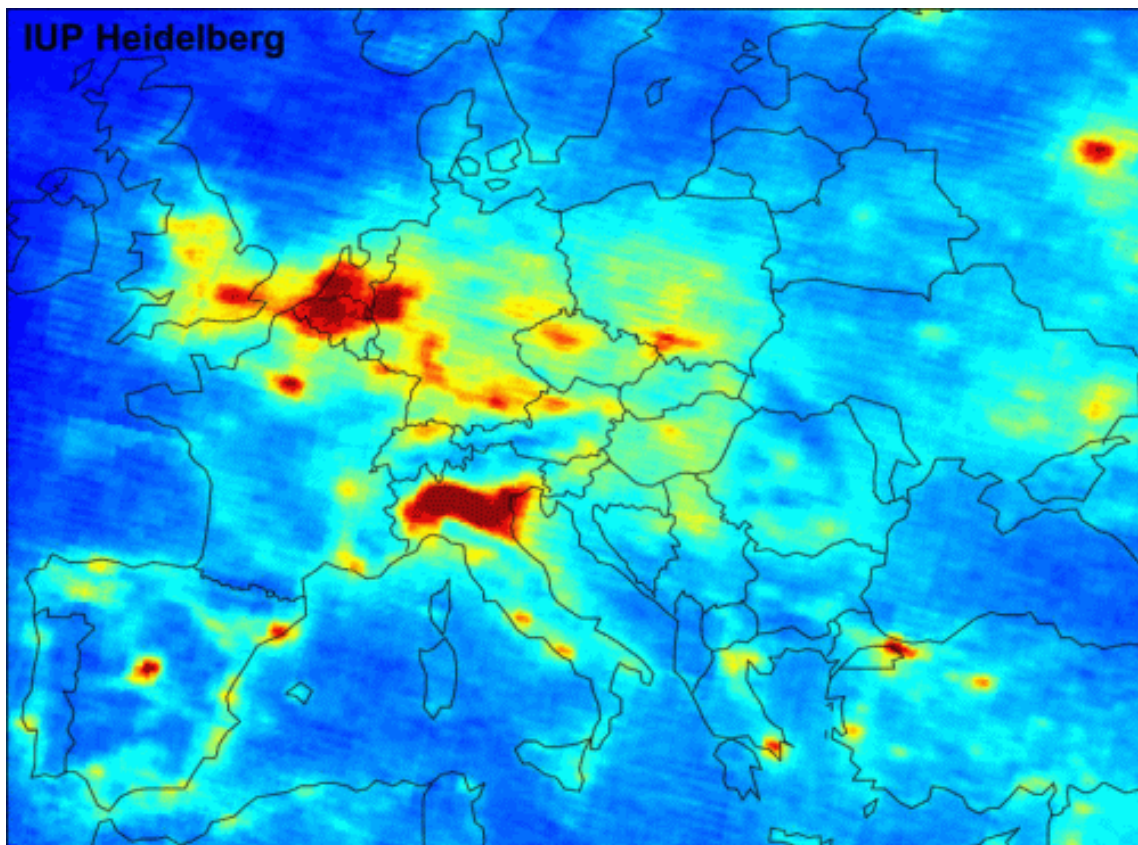


Obrázek 4: Antropogenní zdroje NO_x (www.irz.cz)

Mezi přírodní zdroje řadíme biologické procesy v půdě a oxidace vzdušného dusíku během výbojů v atmosféře.

Dopady na životní prostředí

Dusík je na jedné straně nezbytný pro růst rostlin, je dodáván v různých formách hnojiv pro podporu růstu rostlin. Na straně druhé poškozují rostliny a dělají je náchylnější k negativním vlivům okolí. Oxid dusičitý je součástí takzvaných kyselých dešťů, které mají negativní vliv na vegetaci a stavby a dále okyselují vodní plochy a toky. Množství dusíku, které se atmosférickou depozicí dostává do půd, má značný negativní vliv. Dusičnanové ionty, které jsou v půdě a vodách přítomny, sice působí příznivě na růst rostlin, avšak při vyšších koncentracích může docházet i k úhynu ryb a nežádoucímu nárůstu vodních rostlin (tzv. eutrofizace vod). Oxid dusičitý společně s kyslíkem a těkavými organickými látkami (VOC) přispívá k tvorbě přízemního ozonu a vzniku tzv. fotochemického smogu. Oxid dusnatý je také jedním ze skleníkových plynů. Kumuluje se v atmosféře a společně s ostatními skleníkovými plyny absorbuje infračervené záření zemského povrchu, které by uniklo do vesmírného prostoru. (VÍDEN, 2005)



Obrázek 5: Rozložení koncentrace NO2 v ovzduší nad Evropou - červená = zvýšená koncentrace (www.irz.cz)

Dopady na zdraví člověka

Oxidy dusíku působí na člověka ve vyšších koncentracích, což se ale běžně neděje. K závažným problémům vede vdechnutí vysoké koncentrace čistého plynu, může způsobit i smrt. Oxidy dusíku se mohou vázat na krevní barvivo a zhoršit přenos kyslíku z plic do tkání. V české republice jsou zavedeny limity pro PEL – 10 mg.m^{-3} a pro NPK – P – 20 mg.m^{-3} . (VÍDEN, 2005)

1.4 Polétavý prach (PM10)

Polétavý prach značí atmosférický aerosol definovaný jako směs tuhých, kapalných nebo směsných částic o velikosti $1 \text{ nm} - 100 \mu\text{m}$. Podílí se na vzniku srážek a teplotní bilanci Země. Rozlišujeme polétavý prach PM_{10} , $\text{PM}_{2,5}$ a $\text{PM}_{1,0}$. Aerosol v atmosféře vzniká jako negativní produkt lidské činnosti.

Zdroje emisí

Přírodními zdroji jsou výbuchy sopek, lesní požáry, prach unášený větrem, kapičky mořské vody. Významný je bioaerosol, což jsou viry, bakterie, houby a živočišné a rostlinné produkty (spory, pyl). Antropogenním zdrojem jsou spalovací procesy v motorech a elektrárnách. Dále také tavení rud a kovů nebo svařování. Aerosol vzniká také při odnosu částic větrem ze stavebních ploch nebo při odstranění vegetačního krytu půdy. Neméně důležitými zdroji jsou zemědělské operace, nezpevněné cesty, těžební činnost a další procesy (např. výroba a použití cementu a vápna). Atmosférický aerosol může také vznikat chemickou reakcí plynných složek.

Mezi nejvýznamnější antropogenní zdroje atmosférického aerosolu patří vysokoteplotní procesy (především spalovací), cementárny, vápenky, lomy a těžba a odnos částic větrem ze stavebních ploch a z ploch zbavených vegetace.

Dopady na životní prostředí

Aerosoly mají dvě cesty vstupu do prostředí a to mokrou a suchou depozicí. Čím je částice menší, tím déle setrvá v ovzduší. Rozlišujeme dva typy aerosolu: *hrubý aerosol* je složen z materiálu zemské kůry a bioaerosolu a *jemný aerosol* obsahuje sírany, amonné soli, organický a elementární uhlík a kovy. Dusičnany se nacházejí v obou typech. Prašný

aerosol slouží jako absorpční medium pro těkavé látky. Pevné částice ovlivňují energetickou bilanci Země – rozptylují sluneční záření do prostoru a ovlivňují tvorbu oblaků – projevuje se v regionálním měřítku.

Dopady na zdraví člověka

Atmosférický aerosol se usazuje v dýchacích cestách – větší v chloupkách nosu, menší se usazují v průduškách a dále mohou putovat do plicních sklípků. Mohou obsahovat karcinogenní sloučeniny, proto jsou částice menší než 1 μm nejnebezpečnější. PM_{10} poškozuje kardiovaskulární systém a plicní systém. Při dlouhodobé expozici snižuje délku života a zvyšuje se kojenecká úmrtnost. Mezi nemoci, které způsobuje poléťavý prach, se řadí chronická bronchitida a chronické plicní choroby. V nejhorším případě může způsobit rakovinu plic. (VÍDEN, 2005)

1.5 Oxidy síry (SO_x)

Mezi oxidy síry s významnými vlastnostmi řadíme oxid siřičitý (SO_2) a oxid sírový (SO_3). Oxid siřičitý je bezbarvý štiplavý plyn s teplotou varu $-10,2^\circ\text{C}$. Je nehořlavý a rozpouští se ve vodě za vzniku kyselého roztoku. Oxid sírový je tuhá nebo kapalná látka dobře rozpustná ve vodě a je meziproduktem při výrobě kyseliny sírové. Nejvýznamnější je oxid siřičitý.

Oxid siřičitý je silné redukční činidlo a využívá se pro bělení nebo ochranu dřeva, konzervační prostředek v alkoholických nápojích a sušeném ovoci. Primární zdroj oxidu siřičitého je průmysl výroby kyseliny sírové, kde se využívá ve velkých množstvích. Kapalný oxid siřičitý byl v minulosti využíván k rafinaci ropných produktů. Plynný byl využíván jako ochranná atmosféra zabraňující oxidaci při tavení hořčíku.

Zdroje emisí

Zdroje síry jsou jak přírodního tak i antropogenního charakteru. Přírodními zdroji jsou sopečná činnost a lesní požáry a antropogenní zdroj je hlavně spalování paliv, úniky z průmyslu a chemické výroby. Oxidy síry vznikají při mnoha procesech: výroba elektrické energie, výroba tepelné energie, rafinerie ropy, výroba dopravních prostředků nebo zpracování kovů. Při těchto činnostech unikají do ovzduší ve formě SO_2 . Při výrobě

kyseliny sírové se využívá velké množství SO_2 a proto je riziko úniku do ovzduší a také do vod. Na základě toho je nezbytné přijmou ochranná opatření.

Dopady na životní prostředí

Kyselina sírová v ovzduší může reagovat s alkalickými částicemi prašného aerosolu za vzniku síranů, které se usazují na zemském povrchu nebo jsou smývány srážkami. Tím se tvoří kyselé deště, které poškozují pH půd i vod, lesní porosty, znehodnocují vody a v neposlední řadě mohou způsobit úhyn ryb. Oxidy síry také způsobují londýnský smog.

Dopady na zdraví člověka

Při běžných koncentracích kolem $0,1 \text{ mg.m}^{-3}$ oxid siřičitý dráždí oči a horní cesty dýchací. Při koncentraci $0,25 \text{ mg.m}^{-3}$ dochází ke zvýšení respirační nemocnosti u citlivých dospělých i dětí. Koncentrace $0,5 \text{ mg.m}^{-3}$ vede k vzestupu úmrtnosti u starých chronicky nemocných lidí. Významně ohroženou skupinou lidí jsou především astmatici, kteří bývají na působení oxidů síry velmi citliví. (IRZ, 2012)

Při kontaktu s vyššími koncentracemi oxidu siřičitého dochází k poškození očí, poškození dýchacích orgánů (kašlání, ztížení dechu) a při velmi vysokých koncentracích tvorba tekutiny v plicích – edém. Opakovaná expozice způsobuje ztrátu čichu, bolesti hlavy, nevolnost a závratě. V České republice platí limity pro oxid sírový: PEL – 1 mg.m^{-3} , NPK – P – 2 mg.m^{-3} a pro oxid siřičitý: PEL – 5 mg.m^{-3} , NPK – P – 10 mg.m^{-3} . (VÍDEN, 2005)

2 VLIV DOPRAVY V RÁMCI MORAVSKOSLEZSKÉHO KRAJE

2.1 Vliv letecké dopravy

Letecká doprava je mezi médii prezentována jako jeden z hlavních sektorů přispívajících ke globálnímu oteplování, ale statistiky hovoří trochu jinak. V České republice představuje letecká doprava jeden z faktorů, který ovlivňuje nepříznivě životní prostředí. V dnešní době je velmi dobře zmapován dopad letectví na klima způsobený emisemi z letadel. Následující data vycházejí ze zprávy IPCC (Mezinárodní panel pro změnu klimatu) a IATA (Mezinárodní sdružení leteckých dopravců):

- příspěvek letecké dopravy ke změně klimatu je malý,
- v současnosti se podílí 2 % na světových emisích CO₂ (očekává se růst na 3 % do roku 2050),
- celkový dopad na klimatickou změnu (zahrnující radiační působení - radiative forcing a další skleníkové plyny) je 3 %; do roku 2050 se očekává růst na 5 %,
- podíl letecké dopravy na celkových emisích CO₂ z dopravního sektoru je 12%, tento podíl ovšem roste,
- průměrná spotřeba paliva u nových letounů je 3,5 litru na cestujícího na 100 km; díky novým technologiím se spotřeba letounů neustále snižuje. (LAPČÍK, 2009)

Vliv na ovzduší

Nejzávažnější jsou emise oxidu uhličitého jakožto skleníkového plynu. Letadla tyto emise vypouštějí poměrně ve velkých výškách v atmosféře, čímž je působení těchto látek horší. Letecká doprava má vliv především na znečištění ovzduší škodlivinami, zatížení prostředí hlukem a vibracemi, znečištění půdy a zábor půdy a poškození zdraví. Neméně důležitý je také vliv emisí na organismy. To zajišťují NO, NO₂, CO, CO₂, VOC, SO_x a pevné částice. V následující tabulce je soupis hlavních škodlivých látek, které produkují letecké motory:

Tabulka 1: Exhalace leteckých motorů (LAPČÍK, 2009)

škodlivina	značka	množství v g
vodní páry		3154
oxid uhličitý	CO ₂	1239
oxid uhelnatý	CO	0,7-2,5
oxidy dusíku	NO _x	6-16,4
těkavé organické látky	VOC	0,05-0,7
oxidy síry	(SO _x)	1
saze	TZL	0,007-0,03

Letecká doprava, jak již bylo zmíněno, ovlivňuje skleníkový efekt a také poškozuje ozonovou vrstvu Země. Zhruba 70 % dopadajícího slunečního záření prochází atmosférou a je absorbováno zemským povrchem, který se ohřívá. Zemský povrch i atmosféra vyzařují teplo ve formě dlouhovlnného infračerveného záření ven do prostoru. Většina záření ze zemského povrchu je však zachycena skleníkovými plyny, které pocházejí také z letecké dopravy asi z 3%, ale stále narůstají (CO₂, CH₄, N₂O, troposférický ozón a v poslední době freony – CFC). Objem letecké dopravy se zvyšuje a cestování letadlem je stále více využíváno. Tím, že každým rokem vzrůstají emise skleníkových plynů, je možné, že podíl celkových emisí CO₂ z letecké dopravy vzroste v EU z 3% v roce 2005 na 5% v roce 2030.

Snížování negativních vlivů na životní prostředí

Snížovat emise z leteckého provozu můžeme nejefektivněji snížením množství spotřebovaného paliva, především těmito cestami: modifikací operačního řízení provozu, zvyšováním efektivity a ekonomičnosti provozu, snížením spotřeby paliva a vývojem nových technologií. Dalším způsobem je omezení pohybu letadel na letištních plochách se spuštěným motorem (až 300 000 tun paliva ročně v Evropě).

Letadla v běžné letové výšce během letu produkují oxid uhličitý, oxidy dusíku a vodní páru. Jedná se o skleníkové plyny, ale ovzduší zatěžují jen z 3%, což je velmi nízký podíl. Vodní pára podle výzkumů nemá zásadní vliv na probíhající klimatické změny a její

produkce obecně by neměla mít žádný vliv na kvalitu ovzduší. Oxidy dusíku jsou také vedlejším produktem spalování a mají v nižších hladinách vliv na kvalitu ovzduší na lokální úrovni. Nebyl prokázán žádný vliv na kvalitu atmosféry při letu ve velkých výškách. (LAPČÍK, 2009)

Emisní limity a obchod s emisemi

Pro vzrůstající emise škodlivých látek ovlivňujících ovzduší stanovila mezinárodní organizace pro civilní letectví (ICAO) emisní limity leteckých motorů. Tento trend se stal zájmem leteckých společností i leteckých konstruktérů o snížení ekologické zátěže. Letecká doprava se z 12% podílí na celkové spotřebě paliva Země, proti tomu automobilová doprava zaujímá 75%. Spotřeba paliv u letadel by měla nadále klesat díky zlepšování infrastruktury a optimalizaci letového provozu.

Evropská Unie ve snaze přispět ke snížení emisí co nejúčinnějším a nejhospodárnějším způsobem také vytvořila největší světový systém pro obchod s povolenkami k vypouštění skleníkových plynů. Stanoví se stropy pro 11 000 největších producentů emisí v oborech výroby elektřiny a energetických průmyslových odvětvích ve 27 státech EU a na Islandu, v Lichtenštejnsku a Norsku. Tento systém zajišťuje a vytváří flexibilitu, protože se emise sníží tam, kde je to nejlevnější a investice směřuje tam, kde je možné dosáhnout největší úspor emisí. Strop se postupně snižuje, od 6,5% pod úrovní roku 2005 a do roku 2020 by měl být o 21% níže. Od letošního roku by se měl systém EU ETS vztahovat také na emise z letecké dopravy v EU. V roce 2013 vstoupí v platnost reforma, která systém posílí a zvýší jeho účinnost. Společnosti si budou muset kupovat stále větší podíl svých emisních povolenek prostřednictvím aukcí, místo aby jich většinu dostávaly zdarma jako nyní. (LAPČÍK, 2009)

Existují další možné nástroje k omezení dopadu z letecké dopravy. A to zdanění a poplatky. Mezi *zdanění* se počítá daň z leteckého benzínu (pevné procento) nebo DPH na letenky a *poplatky* jsou paušální nebo progresivní částka (podle kilometrů letu) na cestujícího nebo letadlo. Alternativa v podobě zdanění by podle výzkumu provedeného pro Komisi měla největší dopad na poptávku po letecké dopravě a nejmenší dopad na emise CO₂. Realističtější možností, rozhodně v krátkodobém výhledu, by bylo zavedení poplatků za letadlo jako možné doplňkové politiky pro vlivy jiných emisí než CO₂.

Hluk

Nejvýraznějším a nejvíce probíraným negativním dopadem letectví je hluk. Můžeme snížit jeho dopad pomocí územního plánování nebo vývojem konstrukcí letadel. Také protihluková opatření snižují hluk v okolí letiště. Negativní vlivy můžeme snížit i my sami, když při cestách na letiště využijeme místo aut hromadnou dopravu. V okolí velkých letišť totiž podle nevládních organizací vznikají tzv. ostrovy znečištění. Okolí letišť znečišťují letadla emisemi z motorů, v blízkosti letišť je to navazující automobilová doprava a také hluk.

2.2 Vliv železniční dopravy

Železniční doprava patří mezi šetrnější druh dopravy. Přesto spadá omezování negativních vlivů k hlavním cílům modernizace IV. tranzitního železničního koridoru a problematice ochrany životního prostředí je věnována velká pozornost od prvních projekčních prací až po uvedení stavby do provozu. Železnice potřebuje k přemístění stejného množství zboží ve srovnání se silniční dopravou nejmenší zábor pozemků, spotřebuje méně energie, způsobuje méně exhalací a méně hluku. Přitom je nesrovnatelně bezpečnější a odolnější vůči vnějším vlivům.

Železnice jako taková se svým provozem podílí na znečišťování především vodních toků, půdy a ovzduší. Železnice ovlivňuje znečištění ovzduší především tzv. malými zdroji znečišťování ovzduší. Jedná se zejména o technologické objekty obsahující stacionární zařízení ke spalování paliv o tepelném výkonu nižším než 0,2 MW nebo také plochy, kterými mohou být např. skládky paliv a surovin. Mezi další znečišťující látky patří emise ze spalování pohonných hmot u motorové trakce a uvolňování azbestových částic z brzdových destiček při brždění kolejových vozidel, které mají velmi neblahý účinek na lidský organismus. (LAPČÍK, 2009)

Povrchové vody jsou ovlivněny splachy olejů, které se používají k mazání kluzných stoliček, hákových závěrů, čepů, spojovacích tyčí a stojanů výhybek, jakož i upevňovadel železničního svršku. Tyto splachy mohou ovlivňovat podloží v blízkosti vodotečí, vodních nádrží a také zdrojů pitné vody. České dráhy věnují ochraně životního prostředí velkou pozornost. Jako jedna z mála organizací v České republice již mají zavedeno tzv. Zelené

účetnictví, umožňující sledování nákladů na ochranu životního prostředí a zabývají se také odpady, se kterými nakládají podle zákona o odpadech 185/2001 Sb.

Snižování negativních vlivů na životní prostředí

Jedná se zejména o 3 oblasti, kterým je věnována pozornost, a to: odstraňování minulých vlivů železnice na životní prostředí, důraz na ochranu životního prostředí u připravovaných projektů a snižování zátěže prostředí stávajícími zdroji znečištění. Negativní vlivy vznikají při výstavbě dopravy i při samotném provozu. (LAPČÍK, 2009)

Vlivy na obyvatelstvo

V etapě výstavby se mohou projevit negativní vlivy na obyvatelstvo zejména zvýšením imisí a hlukové zátěže. Vždy musí být zpracována akustická studie v souladu se zákonem č.148/2006 o ochraně veřejného zdraví. Na základě této studie jsou pak navrženy protihlukové stěny a jejich účinnost je ověřena měřeními při výstavbě. Protihlukové stěny mohou být betonové, dřevěné, z recyklovaných plastů, ocelové i z lehkých kovů, skleněné a průhledné. Podél těchto bariér jsou ve vhodných místech vysazovány popínavé keře. Protihlukové bariéry se budují, pokud zátěž překročí stanovené limity.

Vlivy na ovzduší

Po dobu výstavby může docházet ke zvýšení množství znečištění v ovzduší bodovými, liniovými a plošnými zdroji. Mezi hlavní bodový a plošný zdroj znečištění můžeme považovat technologie recyklační základny. Jiným významným plošným zdroje jsou stavební a manipulační plochy. Po železnici je přepravována převážná většina stavebních materiálů a odpadů. Malá část objemu hmot a odpadů z manipulačních a recyklačních ploch je odvádnuta nákladními auty. Vibrace je také závažným vlivem. Pro zjištění stavu vibrací se provádí měření vibrací a jeho rozsah je stanoven na základě konzultace s Krajskou hygienickou stanicí. Pokud měření prokáže zvýšené vibrace, než jsou přípustné limity, jsou navrženy anti vibrační rohože. Po dokončení výstavby a zahájení provozu již nevznikají negativní účinky, protože tratě a koridory jsou poháněny elektrickým proudem. (LAPČÍK, 2009)

Vlivy na vodu

Při výstavbě jsou největšími znečišťovateli podzemní vody úkapy a úniky ropných látek, které se využívají při provozu stavebních mechanizací. Jedná se především o naftu, benzín, hydraulické oleje a další. Při provozu na tratích nevznikají žádné negativní vlivy, které mají vliv na životní prostředí. K případným únikům do vod by mohlo dojít pouze při havárii vlakové soupravy, pokud přepravuje nebezpečné látky. Jediný vliv při provozu mohou mít vibrace na strukturu hornin v kolektorech.

Vliv na půdu

Před zahájením provozu může dojít k záboru půdy zemědělského půdního fondu. Pokud k tomu dojde, musí být ze zabraných pozemků odebrána orniční a podorniční vrstva, které pak budou použity při rekultivacích dočasně zabraných, stavebních a manipulačních ploch. Při samotném provozu může v případě havárie docházet k únikům technologických kapalin nebo přepravovaného nákladu do půd. V dnešní době je tento problém již v omezené míře, protože vlakové soupravy jsou technologicky vyspělejší než dříve.

Vliv na faunu

Železniční tratě ohrožují živočichy především protnutím jejich přirozeného prostředí a snižují jejich volnost v krajině. Proto je nezbytné při navrhování nových staveb a rekonstrukcí realizovat taková opatření, která zajistí volně žijícím živočichům dostatečnou průchodnost v krajině. Pro tato opatření je nutné provést zoologický průzkum a shromáždit data o potenciálně ohrožených druzích. (LAPČÍK, 2009)

2.3 Silniční doprava

Výstavba silnic představuje pro přírodu obrovský problém. Ten spočívá v narušení přirozené rovnováhy a následným ovlivněním života organismů. Silnice a dálnice jsou bariérami, které významnou měrou negativně ovlivňují přirozenou migraci většiny organismů v krajině. Vznik zemědělství je hlavní a základní faktor, spolu s výstavbou měst a obcí, který dělí krajinu na dílčí části. Následné prohloubení fragmentace sebou přináší těžba nerostných surovin, rozvoj průmyslu a vznik železniční a silniční dopravy. Zmíněná

silniční a železniční doprava má velmi zásadní vliv na krajinu, protože udává charakter dlouhých linií, které živočichové nemohou žádným způsobem obejít. (ANDĚL, 2005; DUFEK et al., 2000)

Mezi hlavní subjekty fragmentace patří hodnocený biologický systém, kdy se fragmentace posuzuje na úrovni populace – živočišný druh. Dále zájmové území, na kterém se vyskytuje určitý biotop pro sledování daného problému a v neposlední řadě fragmentační bariéra dělící celek na dílčí části, např. dálniční stavby, hluková zátěž, souvislý pás biotopu atd. (HLAVÁČ, 2005)

Fragmentace krajiny zasahuje do všech oblastí, které určitým způsobem ovlivňují krajinnou strukturu. Proto je snaha o uchování celistvosti krajiny velmi důležitou součástí požadavků na činitele ovlivňující celkový ráz krajiny. (ANDĚL, 2005)

Technické řešení komunikací

Pozemní komunikace vytváří významnou bariéru přirozenému pohybu organismů v krajině. Základním faktorem, který určuje tuto překážku, je celkové technické řešení komunikace. Především její šířka, výškové vedení, izolační bariéry (svodidla, ploty). Dalším faktorem je intenzita dopravy. Ta udává riziko střetů živočichů s vozidlem při vstupu do vozovky a také hlukovou a pachovou zátěž okolí. (HLAVÁČ, 2001)

Silnice dálničního typu – jsou čtyřproudové komunikace se středovými svodidly, vysoká rychlost dopravy, dělicím účinkem je vysoká intenzita dopravy a konstrukce silnice, jedná se obvykle o úplnou migrační bariéru (dálnice a rychlostní silnice).

Frekventované silnice klasického typu - bez středových svodidel, běžná rychlost provozu, dělicím účinkem je intenzita dopravy, průchod při nízké intenzitě (silnice I. třídy).

Ostatní méně frekventované komunikace - snadno prostupné komunikace, bez výrazných problémů s konstrukcemi nebo intenzitou dopravy (silnice II. a III. třídy). (HLAVÁČ, 2001)

Nejvíce jsou ohroženi živočichové při migracích za potravou nebo za rozmnožováním. Přecházejí přes migrační koridory, které umožňují toky genů a kolonizaci vhodných míst. Koridory by měly utvářet vhodné podmínky pro ochranu druhů živočichů,

kteřé je využívají pro migrace mezi biotopy. Z tohoto důvodu byla vytvořena kategorizace živočichů, která usnadňuje komunikaci mezi ekology a techniky investičního procesu při stavbě. (PRIMACK et al., 2001)

- Velcí savci a nejnáročnější druhy na parametry přechodu

Pro tuto kategorii živočichů je charakteristická liniová dálková migrace přes celou republiku a Evropu. Nejlepším řešením je stavba přirozeného přemostění nad hlubokými údolími a výstavba speciálních ekoduktů. Realizace migračního profilu kategorie A je velmi náročná a problematická zejména v krajině, kde se vyskytují převážně rovinaté plochy. (HLAVÁČ et al., 2008)

- Střední savci - kopytníci

V této kategorii živočichů se nejvíce uplatňuje lokální migrace mezi zdroji potravy, vodou a místem odpočinku. Tuto migraci využívají především místní populace, které jsou dobře adaptovány na tyto podmínky. V této kategorii se vyskytuje například prase divoké, které je charakteristické delšími avšak nepravidelnými přesuny jedince i celé tlupy. Technické parametry pro výstavbu přechodů této kategorie nejsou tak náročné jako u kategorie A, vzhledem k velikosti zvířat a adaptace místní populace. Musíme ale počítat s větší četností těchto přechodů. Živočichové této kategorie mohou bez problémů využívat i migrační profily kategorie A. (ANDĚL, 2005)

- Střední savci - šelmy

I v této kategorii živočichů se vyskytuje lokální migrace. Jedná se o přemísťování za zdroji potravy, vody a obývanými teritorii. Hlavním parametrem při výstavbě přechodů je hlavně dostatečná četnost migračních profilů nikoli jejich rozměrové vlastnosti. Jako optimum je udávána vzdálenost 500 – 1000 m. Cílem je využít a případně upravit dosavadní trubní propustky, ve kterých musí být vybudována dostatečná plocha souše, minimálně v délce jednoho metru podél převáděného vodního toku. (ANDĚL, 2005; HLAVÁČ, 2008)

- Obojživelníci

Zde se setkáváme se speciálními sezónními teritoriálními migracemi obojživelníků mezi místem zimoviště a místem rozmnožování v jarních měsících a také migrace částí

území, kde se živočišný druh nachází po zbytek roku, v letních měsících. Nejjednodušším řešením se nabízí stavba náhradní vodní plochy k rozmnožování, která by mohla být umístěna ve směru jarní migrace před dosažením pozemní komunikace. (HLAVÁČ et al., 2008)

- Ekosystém

Pokud bariéra, pozemní komunikace, rozděluje specifický ekosystém, např. rašeliniště, mokřady nebo stepi, je nutné zajistit podmínky pro propojení celých společenstev ekosystémů. Taková opatření jsou nezbytná pro zajištění bezproblémového pohybu živočišných druhů v jejich přirozeném prostředí. Umístěné prvky pro propojení ekosystému se musí shodovat s přirozenými přírodními podmínkami propojovaného ekosystému. (ANDĚL, 2005)

Vlivy silniční dopravy

Vliv je určen zejména typem dopravních prostředků a dopravních cest. Určující vlivy:

- vedení trasy komunikace a její uspořádání [intravilán - území uvnitř obce, kde se bydlí, jsou zde pozemky k zástavbě; extravilán - vnější území obce (např. louky, lesy, rybníky); průtah, obchvat, segregace (oddělování, vylučování) tras dopravních systémů, nadzemní či podzemní vedení apod.];
- technický stav komunikací;
- způsob pohonu vozidel;
- způsob směrového vedení vozidla (kolejové, nekolejové);
- technický stav vozidel;
- způsob a technika řízení a organizace dopravy;
- disciplína účastníků dopravního procesu.

Hlavním vlivem silniční dopravy jsou exhalace CO, NO_x a C_nH_m. (je udáváno až 160 i více uhlovodíkových škodlivin, rozhodující škodlivinou je v případě silniční dopravy benzen). I když v dnešní době má většina aut katalyzátory, je nejvyšší koncentrace výše

uvedených škodlivin ve městech na rušných křižovatkách. Dalším vlivem je podíl na tvorbě NO_x v přízemní vrstvě z cca 60 %. Silniční doprava trvale „obohacuje“ naše vody a půdu ropnými produkty, saponáty a dalšími chemickými sloučeninami a ze 75 % se podílí na celkové spotřebě paliva Země. Rušné křižovatky měst vykazují rovněž vysokou intenzitu hluku, což je největší problém EU. (LAPČÍK, 2009)

Hluk má výrazný vliv na užívání jednotlivých podchodů v kombinaci s ostatními rušivými vlivy. Oddělit hluk od dopravy je nereálné, ale je možné jej významně omezit. Výstavba protihlukových stěn 1 – 1,5 m nad podchodem oddělí místo vstupu do podchodu od dálničního provozu. Také je vhodné používat při stavbě dálnic méně hlučné povrchové vozovky a v blízkosti průchodu by neměl být použit vysoce hlučný panelový povrch. (HLAVÁČ et al., 2001)

Zákon o pozemních komunikacích

Výstavba silnic se řídí zákonem č. 13/1997 Sb. o pozemních komunikacích. Pozemní komunikace je dle zákona dopravní cesta, která je určena k užití silničními a jinými vozidly a chodci, včetně všech zařízení nutných k zajištění užití a jeho bezpečnosti. Dělíme je na dálnice, silnice, místní komunikace a účelové komunikace. Zařazování komunikací do daných kategorií určuje příslušný silniční správní úřad.

- Dálnice – určená pro rychlou dálkovou a mezistátní dopravu silničními motorovými vozidly, která má směrově oddělené jízdní pásy a vjezd a výjezd, ale nemá křížové úrovně. Povolená rychlost je 80 – 130 km/h vzhledem k bezpečnosti provozu.
- Silnice – veřejně přístupná komunikace, která tvoří silniční síť. Typy silnic: silnice I. třídy – dálková a mezistátní doprava, silnice II. třídy – doprava mezi okresy, silnice III. třídy – vzájemné spojení obcí nebo napojení na jiné komunikace.
- Místní komunikace – veřejně přístupná komunikace k místní dopravě na území obce. Typy komunikace: místní komunikace I. třídy – rychlostní místní komunikace, místní komunikace II. třídy – významná sběrná komunikace, místní komunikace III. třídy – obslužná komunikace a místní komunikace IV. třídy – nepřístupná provozu silničních vozidel nebo smíšený provoz.

- Účelová komunikace – pozemní komunikace sloužící ke spojení nemovitostí pro potřeby vlastníků nebo ke spojení s ostatními komunikacemi, zemědělskými a lesními pozemky. Účelovou komunikací může být i komunikace uvnitř objektu sloužící k potřebě vlastníka nebo provozovatele.
- Průjezdni úsek dálnice a silnice – vede přes zastavěné nebo zastavitelné území.

V následující tabulce jsou zobrazeny typy pozemních komunikací s očekávanou třídou dopravního zatížení. Je zpracována dle České státní normy ČSN 73 6101 - Projektování silnic a dálnic a ČSN 73 6114 - Vozovky pozemních komunikací, základní ustanovení pro navrhování.

Tabulka 2: Pozemní komunikace s očekávanou třídou dopravního zatížení (z. 13/1997 Sb.)

Návrhová úroveň porušení vozovky	Dopravní význam pozemní komunikace	Očekávaná třída dopravního zatížení (Viz tabulka 3)	Plocha s konstrukčními poruchami (%)
D0	Dálnice, rychlostní silnice, rychlostní místní komunikace, silnice I. třídy	S, I, II, III	< 1
D1	Silnice II. a III. třídy, sběrné místní komunikace, obslužné místní komunikace, odstavné a parkovací plochy	III, IV, V a VI	< 5
D2	Obslužné místní komunikace, nemotoristické komunikace, odstavné a parkovací plochy	V, VI	< 25
	Dočasné komunikace, účelové komunikace	IV až VI	

Tabulka 3: Třídy dopravního zatížení (ČSN 73 6114)

Třída dopravního zatížení	TNVk
S	> 7500
I	3501 – 3500
II	1501 – 3500
III	501 – 1500
IV	101 – 500
V	15 – 100
VI	< 15

V této tabulce můžeme vidět dopravní zatížení jednotlivých silnic vztažených na průměrnou denní intenzitu provozu těžkých nákladních vozidel (TNV_k) pro všechny jízdní pruhy za období.

Charakteristika současné dopravní situace v MS kraji

Moravskoslezský kraj je důležitou dopravní křižovatkou spojující sever a jih Evropy mezi Baltským a Středozezemním mořem. Jedná se o jednu z nejstarších obchodních cest mezi těmito oblastmi procházející Jablunkovským průsmykem. Nejvýznamnější spojnice Lipníku nad Bečvou a Ostravy je vystavěná dálnice D47. Další důležitou komunikací je mezinárodní silnice E 462 z Nového Jičína přes Frýdek – Místek do Českého Těšína nebo také národní silnice I/11, která spojuje Bruntál, Opavu, Ostravu a Nový Jičín. Silnice E 462 vede směrem Vídeň – Krakov a E75 Budapešť – Gdaňsk. Dostavěná dálnice D1 propojila region se zbytkem České republiky, trasa Praha – Brno – Ostrava – Bohumín.

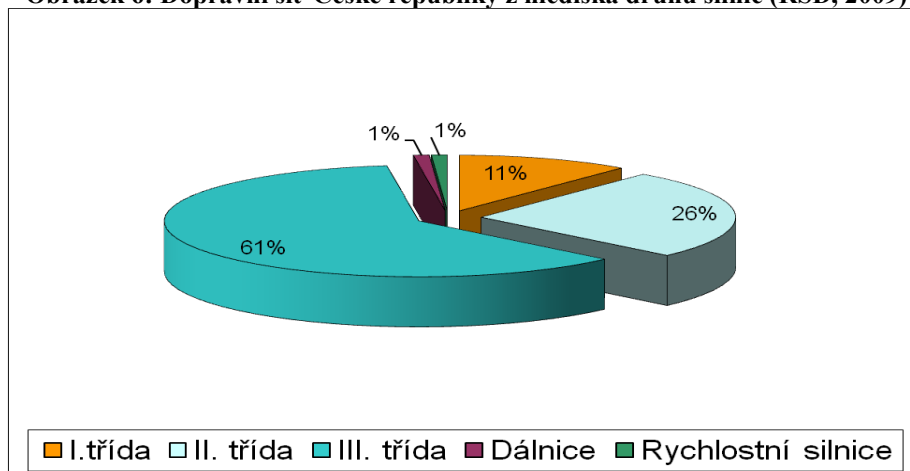
Moravskoslezský kraj spojuje republiku s Polskem a Slovenskem, také zprostředkovává dopravu směrem do východní Evropy. Nejvýznamnější letištěm je letiště Leoše Janáčka v krajské části Ostravy – Mošnov. Uvažuje se také o splavení řeky Odry a Ostravy. (Podhorský, 2006)

Statistické informace

V České republice převažují silnice III. tříd co se týče délky a pouze 1% zaujímají dálnice. V posledních letech je velký rozkvět výstavby dálnic a rychlostních silnic. V Moravskoslezském kraji převažují také silnice III. třídy s celkovou délkou 1896,697 km, dálnice pouze 27,721 km. V příloze č. 1 jsou uvedeny stavby silnic v kraji pro rok 2009,

které zajišťuje Ředitelství silnic a dálnic. Jedná se nejčastěji o silnici I/11, D47 a R48. Na těchto silnicích se tvoří významné bariéry pro živočichy, neboť se jedná o významné trasy, přes které migrují živočichové. Z toho důvodu je nutné na těchto silnicích vytvořit přechody a propustky pro skupiny živočichů pro usnadnění jejich životního cyklu. Na obrázku č. 6 vidíme procentuální zastoupení jednotlivých komunikací v ČR pro rok 2009. (ŘSD, 2009)

Obrázek 6: Dopravní síť České republiky z hlediska druhů silnic (ŘSD, 2009)



Následující tabulky znázorňují délky komunikací a velikost krajů v České republice. Z výsledků je patrné, že Moravskoslezský kraj se řadí na páté místo v délce všech silnic, ale co se týče poměru rozlohy k délce sítě, spadá na šestou příčku. Data jsou spjata k 1. 1. 2009. (SEDLÁČEK, 2009)

Tabulka 4: Přehled délek komunikací v České republice (ŘSD, 2009)

KRAJ	Dálnice	Rychlostní silnice	1. třída	2. třída	3. třída	Celkem
	(km)	(km)	(km)	(km)	(km)	(km)
Hlavní m. Praha	10,800	20,962	10,915	30,376		72,853
Karlovarský		14,828	211,670	486,610	1 330,816	2 043,924
Zlínský	7,240	2,742	336,630	579,935	1 199,970	2 120,517
Liberecký		22,243	310,369	486,680	1 608,437	2 427,729
Moravskoslezský	27,721	32,001	671,724	766,641	1 896,679	3 393,766
Olomoucký	22,240	90,925	350,099	923,556	2 185,935	3 572,755
Pardubický	8,152		457,821	909,253	2 221,453	3 596,679
Královéhradecký	16,077		437,277	894,235	2 418,252	3 765,841
Ústecký	52,568	7,043	484,187	901,318	2 753,794	4 198,910
Jihomoravský	134,349	28,426	417,947	1 474,724	2 437,465	4 492,911
Vysočina	96,625		424,617	1 629,987	2 946,103	5 093,332
Plzeňský	109,238		420,140	1 512,221	3 088,078	5 129,677
Jihočeský	15,481		661,177	1 635,687	3 819,197	6 131,542
Středočeský	192,241	140,520	665,468	2 368,037	6254,924	9 613,190
Celkem	690,532	359,690	14 592,260	14 592,260	34 161,103	55 653,626

Tabulka 5: Poměr délky dopravní sítě k rozloze kraje v České republice (ŘSD, 2009)

KRAJ	Celková délka dopravní sítě	Rozloha kraje	Poměr rozloha/délka
	(km)	(km ²)	
Hlavní město Praha	72,853	496	6,81
Kraj Zlínský	2120,517	3964	1,87
Kraj Jihočeský	6131,542	10056	1,64
Kraj Karlovarský	2 043,92	3 314	1,62
Kraj Jihomoravský	4492,911	7196,5	1,60
Kraj Moravskoslezský	3393,766	5427	1,60
Kraj Plzeňský	5129,677	7561	1,47
Kraj Olomoucký	3572,755	5159	1,44
Kraj Vysočina	5093,332	6795	1,33
Kraj Liberecký	2427,729	3163	1,30
Kraj Ústecký	4198,91	5335	1,27
Kraj Královéhradecký	3765,841	4758	1,26
Kraj Pardubický	3596,679	4519	1,26
Kraj Středočeský	9 613,19	11014	1,15
Celkem	55653,626	78757,5	1,42

3 METODA LCA

Na počátku se metodou o životních cyklech studovala hlavně kvantifikace energie, použité materiály a odpady, které byly uvolňovány do životního prostředí. S rostoucím plýtváním surovinami a energetickými zdroji se některé státy Evropy (Švýcarsko, Německo, Švédsko) začaly zabývat životním cyklem jako celkem. Začaly sledovat ekologickou zátěž během celého životního cyklu výrobku a snažily se hledat alternativy výroby a surovin, což položilo základ metodice LCA. (WEINZETTEL, 2008)

Hodnocení životního cyklu LCA (Life Cycle Assessment) se řadí mezi nejznámější a mezinárodně přijímanou metodu pro zkoumání ekologického chování. Také se někdy nazývá „Ekobalance“, případně REPA (Resource and Environment Profile Analysis).

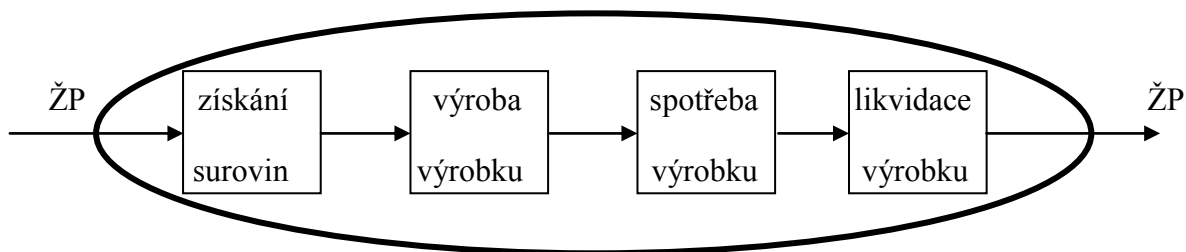
Metodika se zabývá hlavně environmentálními dopady daného systému, a to z hlediska – kvality prostředí, lidské zdraví a využití zdrojů. Hodnocení nezahrnuje ekonomické a sociální aspekty. Při vytváření LCA se musíme zaměřit na výrobky od samého počátku jejich vzniku, přes použití až po odstranění výrobku. (WEINZETTEL, 2008)

LCA se používá jako nástroj podporující či zdůvodňující učiněné rozhodnutí, nástroj pro získání informací a pedagogický nástroj. (REMTOVÁ, 1998)

3.1 Životní cyklus výrobku

Každý výrobek během své existence projde různými fázemi, které ovlivňují životní prostředí. Stejně jako zrození organismu, vývoj, aktivní život a smrt organismu, zahrnuje životní cyklus produktu získávání surovin pro jeho výrobu, vlastní výrobu výrobku, distribuci a následně použití a zneškodnění výrobku (navrácení látek do přírody).

V každé fázi života představuje produkt určitou environmentální zátěž pro životní prostředí. Je proto třeba zajímat se o veškeré vstupy a výstupy. (KOČÍ, 2009)



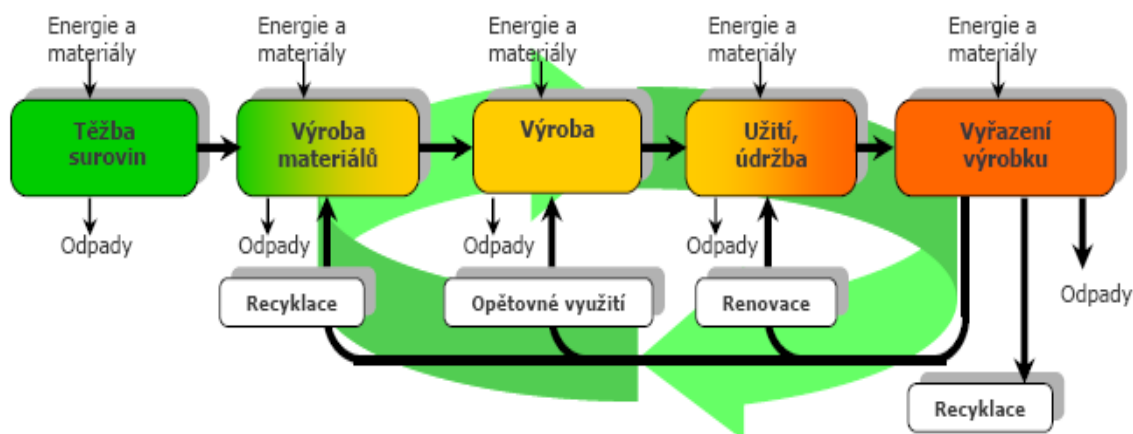
Obrázek 7: Životní cyklus výrobku (REMTOVÁ, 1998)

První fáze zahrnuje získávání surovin pro výrobu daného produktu, což znamená i dopravu z místa získání do místa zpracování. Hlavním procesem je přeměna surovin na materiály použitelné pro výrobu s přímým využitím paliv, energie a jiných zdrojů.

Při samotné výrobě dochází ke vzniku výrobku ze získaných materiálů, kompletaci výrobku a balení výrobku pro distribuci ke spotřebitelům. Také tato fáze zahrnuje dopravu výrobku, proto je nutné brát v potaz environmentální dopady.

Třetí etapou je samotná spotřeba výrobku spotřebitelem. Zde je produkt spotřebován a využíván. Fáze obsahuje i energetické a surovinové požadavky na provoz výrobku, jeho opravy nebo uskladňování.

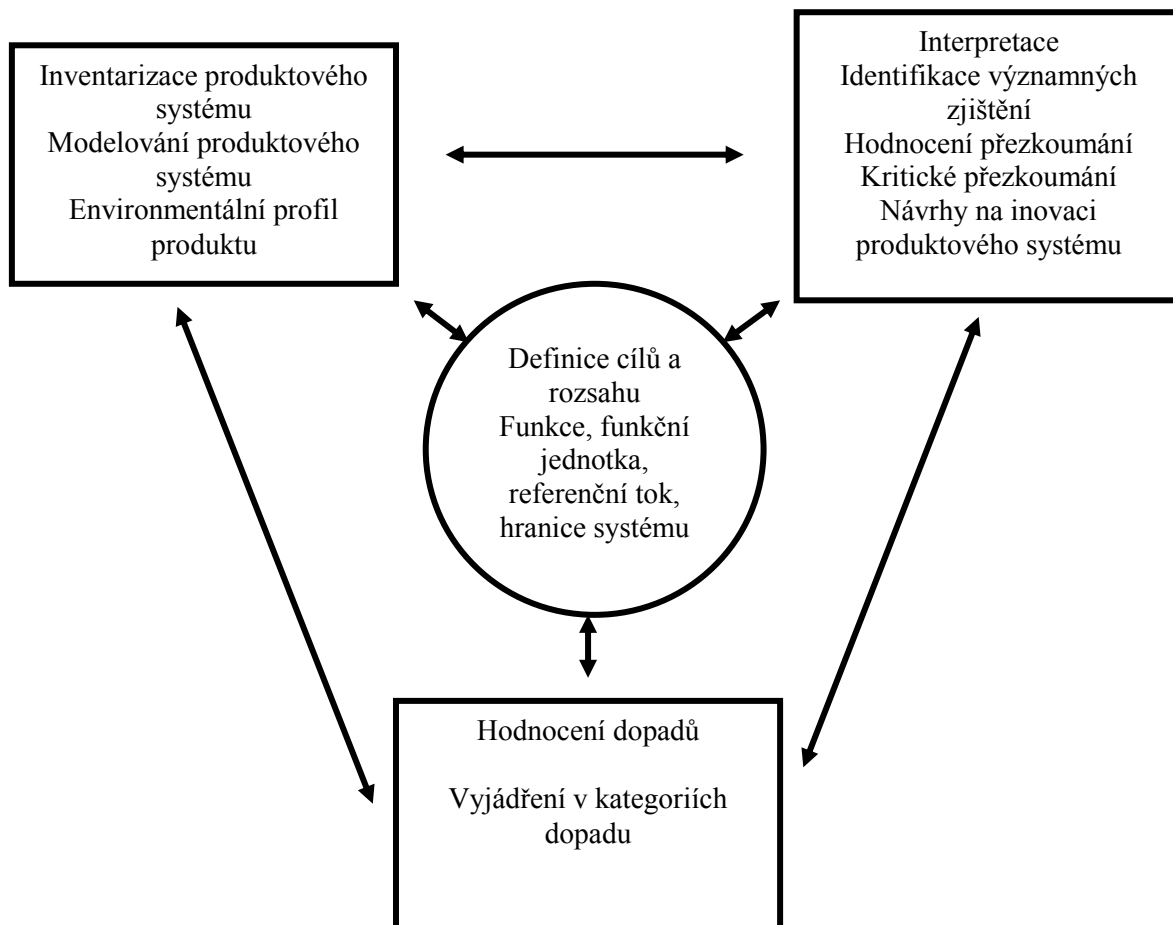
Pokud produkt splnil svůj účel a spotřebitel jej dále nevyužívá, nastává fáze odstranění výrobku z trhu. Stádium zahrnuje samotné odstranění, opětovné užití, popřípadě recyklaci výrobku. Recyklací může být získáno další potřebné množství na výrobu produktu. (KOČÍ, 2009)



Obrázek 8: Úplný životní cyklus výrobku (KOČÍ, 2009)

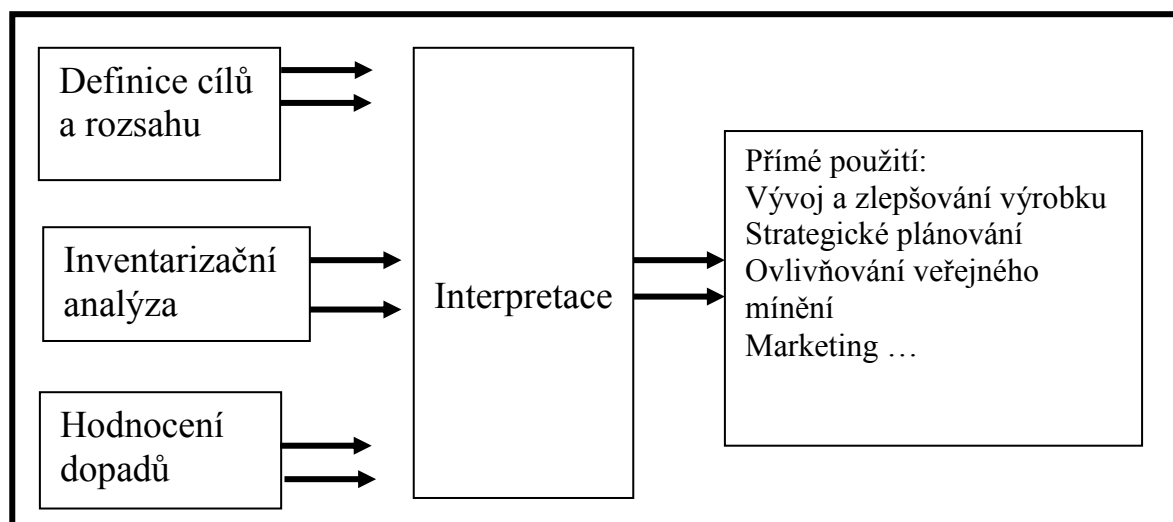
3.2 Fáze postupu LCA

Následující obrázek interpretuje jednotlivé fáze metody LCA



Obrázek 9: Schéma fází LCA (KOČÍ, 2009)

Na obrázku 10 je zobrazen životní cyklus výrobku dle normy ČSN EN ISO 14040



Obrázek 10: Schéma posuzování životního cyklu podle normy ČSN EN ISO 14040

1. Fáze: Definice cílů a rozsahu

Tato část je charakteristická přesnou definicí toho, co budeme posuzovat a k čemu daný produkt slouží. To znamená specifikace produktu a jeho funkce. Hlavní součástí je funkční jednotka, která kvantifikuje daný produkt. Dále je důležitý referenční tok, který představuje množství produktu potřebné k naplnění funkční jednotky. Je to srovnávací nástroj pro porovnání dvou dopadů na životní prostředí. Hranice systému určuje komplexnost studie LCA. (KOČÍ, 2009)

Funkční jednotka

Jedná se o kvantifikovaný výkon systému a slouží jako referenční jednotka ve studii posuzování životního cyklu. To znamená, že musíme určit množství produktu, které zajišťuje funkci systému. Funkční jednotka definuje základ, ke kterému se vztahují všechny materiálové vstupy a výstupy a vychází vždy z funkce, pro niž je zkoumaný výrobek vyráběn nebo jakou funkci očekáváme od zvolené služby. Jako příklad může sloužit funkční jednotka výroby 1 tuny papíru. (ISO 14040, 2006)

Hranice systému

Hranicí systému se definují jednotkové procesy, které budou zahrnuty v posuzovaném systému. Hranicí se rozhoduje, které fáze životního cyklu budeme analyzovat (v případě nezahrnutí celého životního cyklu), což znamená jaké procesy a jaké elementární toky (vstupy a výstupy) budeme nebo nebudeme uvažovat. Někdy je žádoucí hranice systému pozměnit či zmenšit. Tento krok používáme v případě, pokud je systém již natolik rozsáhlý, že by zahrnutí všech elementárních toků bylo neúnosně časově i finančně náročné (nebo i nemožné). Musíme ale posoudit, jaké by to mohlo mít dopady na výsledky studie a jak to ovlivní její kvalitu. (ISO 14040, 2006)

2. Fáze: Inventarizační analýza

V této fázi zjišťujeme veškeré materiálové a energetické toky, které vstupují do životního cyklu výrobku a také ty, které nějakým způsobem ovlivňují a působí v životním prostředí. Důležitou součástí je modelování produktového systému a sběr dat.

Součástí fáze LCA není jen sběr dat, ale také modelace produktových systémů. To je zpravidla usnadněno využíváním specializovaných softwarových nástrojů, v našem případě SimaPro verze 7.1. Pro modelaci jednodušších systémů je možné využít maticových operací v klasickém tabulkovém editoru, např. Excel. Informace o množství látek, které jsou vypouštěny do životního prostředí ve formě emisí a spotřeba přírodních surovin, jsou následně prezentovány v inventarizačních tabulkách.

Vždy tato množství musí být vztažena k referenčnímu toku. Výsledkem této analýzy je ucelený přehled vstupu a výstupu daných látek do systému během všech stádií životního cyklu výrobku.

Součástí této fáze je také výpočet ekovektoru. Ekovektor je souhrn všech elementárních toků jednotlivých procesů, který se používá v maticovém počtu LCA. Soubor hodnot všech jednotlivých elementárních toků procesu vztažených na jednotku hlavního výstupu označujeme jako ekovektor procesu. Ekovektor je matematický operátor, jehož každý jeden rozměr odpovídá emisi určitého elementárního toku do prostředí či spotřebě určité suroviny. (KOČÍ, 2009)

3. Fáze: Hodnocení dopadů

Hlavní význam fáze hodnocení tkví v klasifikaci a charakterizaci, někdy také normalizace.

Klasifikací zařazujeme jednotlivé výsledky do kategorií dopadu. Indikátor kategorie dopadu je měřitelná veličina s jasně definovanými jednotkami, podle níž sledujeme, jak silně se daná kategorie dopadu v důsledku lidského zásahu prohlubuje, rozvíjí či zhoršuje. Indikátory jsou dvojího typu – midpointový a endpointový. Midpoint znamená, že hodnotíme potenciální škodlivost daného elementárního toku a endpoint znamená, jaké může elementární tok vyvolat nepříznivé účinky. Endpointové dopadové kategorie v podstatě seskupují více midpointových kategorií dopadů do menšího množství dopadových kategorií nezávisle na dopadovém řetězci jakým tyto elementární toky působí

Charakterizace slouží k vyčíslení míry působení daných toků na kategorie dopadu. Vyčísľujeme jej jako výsledek indikátoru kategorie dopadu.

Normalizace je vyjádření relativní míry zasažení kategorií dopadu. Normalizace je převedení výsledků indikátorů kategorií dopadu na bezrozměrná čísla, tedy jaký podíl z celkové škody v dané kategorii dopadu představuje námi posuzovaný systém. Výstup klasifikace a charakterizace se označuje jako charakterizační profil. (JUDL, 2010)

4. Fáze: Interpretace výsledků

Poslední fází je přehledná prezentace všech zjištěných aspektů a nazývá se významné zjištění. Je to důležitá část každé studie a je vždy pečlivě hodnocena. Ověřuje se platnost veškerých zjištění prostřednictvím speciálních kontrol. Na konci každé studie se sepíše závěrečná zpráva, která podává souvislý popis všech řešení a zjištěných poznatků a také popis přijatých zjednodušení, odhadů a předpokladů. Předpoklady se zjišťují analýzou citlivosti. (KOČÍ, 2009).

3.3 Využití metody LCA

Metoda LCA se obvykle používá pro:

- strategické plánování a rozhodování,
- vývoj produktů (ekodesign),
- porovnávání alternativ za účelem rozhodování při investování,
- ekoznačení (Environmentální prohlášení o produktu - EPD),
- politika a předpisy.

Ekodesign

Ekodesign je design, který zohledňuje při vývoji a návrhu produktu také environmentální hledisko. Jedná se o systematický proces navrhování a vývoje výrobku, který vedle klasických vlastností jako je funkčnost, ekonomičnost, bezpečnost, ergonomičnost, technická proveditelnost, estetičnost apod., klade důraz na dosažení minimálního negativního dopadu výrobku na životní prostředí z hlediska celého životního cyklu.

Ekodesign jako jeden z důležitých preventivně zaměřených dobrovolných regulačních nástrojů environmentální politiky velmi úzce souvisí s metodou LCA. Analytická metoda LCA hodnotí možné environmentální dopady spjaté s životním cyklem určitého produktu a je využívána v rámci analytické fáze ekodesignu. (REMTOVÁ, 2003)

Ekodesign vznikl na základě zvyšujícího se zájmu o možnost ochrany životního prostředí, jehož stav byl i přes veškeré úsilí stále větší. V 80. letech 20. století byla provedena analýza různých způsobů ochrany životního prostředí, ze které vyplynulo, že nejúčinnějšími a nejekonomičtějšími způsoby ochrany životního prostředí jsou způsoby ochrany založené na prevenci neboli hledání a likvidaci příčin ohrožování životního prostředí.

V souvislosti s metodou LCA je důležitá analytická fáze. V rámci ní se stanovuje environmentální profil výrobku (stavby) a formují se hlavní požadavky na vlastnosti výsledného produktu. Environmentální profil znamená určení všech významných faktorů, kterými výrobek působí na životní prostředí, v rámci celého životního cyklu, tzn. od získávání surovin přes výrobu, užití a závěrečnou likvidaci. (REMTOVÁ, 2003)

Ekoznačení typu III – Environmentální prohlášení o produktu

Jedná se o prohlášení o produktu z anglického Environmental Product Declaration – EPD a tvoří jej soubor měřitelných informací o vlivu produktu (výrobku nebo služby) na životní prostředí v průběhu celého životního cyklu (např. spotřeba energií a vody, produkce odpadů, vliv na změnu klimatu, eutrofizaci, rozrušování ozonové vrstvy apod.).



Obrázek 11: Environmentální prohlášení o produktu - značka (www.cenia.cz)

Tyto informace můžeme zjistit pomocí metody analýzy životního cyklu LCA a legislativa, která s EPD souvisí, je dána normami ČSN ISO 14040-49. Prohlášení EPD musí být veřejně přístupné a údaje, které jsou v něm uvedené, musí být pro všechny

ověřitelné. Souhrnně můžeme říci, že environmentální prohlášení o produktu je tedy podrobný průkaz o vlivu produktu na životní prostředí.

Vlastnosti EPD se obvykle lépe popisují na příkladu Mezinárodního Systému EPD. Cílem prohlášení je pomoc podnikům prezentovat environmentální vlastnosti svých výrobků jasně a srozumitelně pro veřejnost.

Mezi hlavní principy tvořící environmentální prohlášení v mezinárodním systému EPD patří:

1. *Objektivita* – Systém EPD požaduje užití mezinárodně uznávané a platné metody analýzy životního cyklu (LCA). Což umožní rozpoznat nejvýznamnější environmentální aspekty produktu od kolébky po hrob a zaměřit se na ně při současném vnímání celkového obrazu všech souvislostí. Objektivita vede ke stále větší snaze zlepšovat jednotlivé fáze životního cyklu produktu a umožňuje snížení negativního vlivu na životní prostředí.
2. *Důvěryhodnost* – Prohlášení obsahuje připomínky, schválení a ověření, které zajišťuje nezávislý akreditovaný ověřovatel.
3. *Neutralita* – Systém EPD vyplývá až na základě hodnocení a proto neexistují nároky na větší ekologickou šetrnost ani žádná kritéria ekologické šetrnosti, která je třeba dodržovat.
4. *Porovnatelnost* – Zajišťuje se pomocí pravidel produktových kategorií pro vybrané výrobky a služby. Tato pravidla popisují harmonizované zásady pro zpracování LCA, konkrétně pro sběr dat, metodologii, výpočty a vyhodnocení získaných výsledků.
5. *Otevřenost pro všechny produkty a služby* – Systém EPD se může aplikovat na kterékoliv výrobky a služby.
6. *Otevřenost pro všechny zájemce* – Celý systém EPD je volně přístupný na internetu pro širokou veřejnost.
7. *Zaměření na dopad na životní prostředí* – Systém EPD zahrnuje také hodnocení potenciálního vlivu na životní prostředí. (CENIA, 2007)

LCA a normy ISO

Společnost pro environmentální toxikologii a chemii SETAC (z anglického: The Society of Environmental Toxicology and Chemistry) vydala publikaci „Guidelines for Life Cycle Assessment“, kterou Ministerstvo životního prostředí ČR přeložilo do češtiny a publikovalo pod názvem „Metodika hodnocení životního cyklu – doporučený kodex“.

V rámci české legislativy je metodika LCA vypracovávána na základě norem, které jsou uvedeny v následující tabulce:

Tabulka 6: LCA dané normami (REMTOVÁ, 2003)

ISO 14040	Environmentální management – Posuzování životního cyklu – Zásady a osnova
ISO 14044	Environmentální management – Posuzování životního cyklu – Požadavky a směrnice
ISO/TR 14047 (2004)	Environmentální management – Posuzování životního cyklu – Příklady aplikace ISO 14042
ISO/TS 14048 (2003)	Environmentální management – Posuzování životního cyklu – Formát dokumentace údajů
ISO/TR 14049 (2000)	Environmentální management – Posuzování životního cyklu – Příklady jak aplikovat ISO 14041 pro stanovení cíle a rozsahu inventarizační analýzy

Praktická část

4 DEFINICE CÍLŮ A ROZSAHU PROVÁDĚNÉ ANALÝZY

Pro tuto práci jsem si vybrala přímé vlivy silniční dopravy na životní prostředí, protože doprava představuje pro přírodu obrovský problém. Spočívá v narušení přirozené rovnováhy a následně ovlivňuje život organismů. Silnice a dálnice jsou bariérami, které významnou měrou negativně působí na přirozenou migraci většiny organismů v krajině.

V úvodní fázi je nutné shromáždit veškeré vstupní a výstupní materiály, které se při výstavbě silnic používají a vznikají. Získané údaje a závěry budou použity pro informování veřejnosti. Nejdůležitějším adresátem studie je veřejnost, takže styl psaní je uzpůsoben nekvalifikovanému čtenáři. Velké množství příkladů usnadní pochopení a oživí text.

Hlavní cíl:

- Srovnání vlivů nejčastějších typů komunikací (dálnice, silnice I. třídy, II. třídy, III. třídy a místní komunikace) vztažených na 1 km standardizované komunikace.

Vedlejší cíle:

- Určení, ve kterém procesu či skupině procesů životního cyklu produktu dochází k nejzávažnějším environmentálním škodám.
- Vytvoření zdroje informací o jednotlivých vlivech ve formě výsledné inventarizační matice a analýzy životního cyklu standardizované komunikace.
- Obohacení odborných publikací s danou tematikou a možnost využití výsledků např. při výuce.

4.1 Funkční jednotka

Funkční jednotka použitá v analýze je spotřeba materiálu na 1 km pozemní komunikace rozdělené podle typu – dálnice, silnice I., II., III. třídy a místní komunikace vyjádřená v tunách.

4.2 Hranice systému

V našem případě představuje materiálovou náročnost pozemních komunikací, tzn. materiálové vstupy a výstupy. V inventarizaci se obvykle používá princip modelování „od kolébky do hrobu“ (angl. cradle – to – grave), což znamená od vzniku výrobku přes použití až po vlastní odstranění produktů. Tato studie je zaměřena na modelování „od kolébky k bráně“ (angl. cradle – to – gate), které spočívá v analýze životního cyklu produktu od získání surovin (vstupy) po jeho výrobu. Nezahrnuje se zde odstraňování produktu.

4.3 Software Sima Pro 7.1

Tento softwarový program zjednodušuje fáze studie LCA. Program pracuje s databázemi procesů a materiálů, které můžeme využít přímo při modelování životního cyklu produktu. Z nich pak následně SimaPro 7.1 zkonstruuje inventarizační analýzu.

Zároveň můžeme zadávat vlastní procesy a materiály. Nedílnou součástí jsou metodiky, obsahující hodnocení dopadů, obvykle včetně nabídky přepočítání na jeden výstupní parametr.

Program rozděluje bloky pro modelování do tří úrovní: 1. Životní cyklus (Life Cycle), 2. Výrobek (Assembly) a 3. Proces. Nejprve si musíme definovat prvky cíle a rozsahu studie podle předložené šablony. Nejdůležitější částí komerčních softwarových nástrojů je hodnocení dopadů. Máme možnost výběru z několika dostupných metod hodnocení dopadů. Výsledky pak bývají zobrazeny formou grafů nebo tabulek, které se dají snadno převést do jiných programů pro další zpracování. (WEINZETTEL, 2007)

5 INVENTARIZAČNÍ ANALÝZA

Tato fáze se soustřeďuje na sběr a úpravu dat. Začíná u těžby surovin, přes výrobu produktu, distribuci, servis a končí přeměnou produktu na odpad. Inventarizační analýza sbírá data formou vstupů a výstupů. V našem případě se jedná o vstupy a výstupy k výstavbě silnic.

Vycházela jsem z dat, které jsem zpracovala po konzultaci s Ing. Jiřím Ondráškem, manažerem firmy Silnice CZ, s. r. o, která zajišťuje výstavbu a úpravu komunikací se sídlem v Krnově. Ing. Ondrášek mi poskytl informace o spotřebě materiálu na výstavbu 1 km komunikací. Konkrétně dálnice, silnice I. třídy, II. třídy, III. třídy a místní komunikace. Informace vycházejí ze zákona o pozemních komunikacích č. 13/1997 Sb. a dalším zdroje jsou Technické předpisy Ministerstva dopravy ČR pro stavby pozemních komunikací, vše je velmi kvalitně zpracováno. Data byla vložena do softwarové programu SimaPro 7.1 a následně modifikována k vytvoření inventarizační analýzy.

5.1 Sběr dat

Materiálová náročnost komunikací (ONDRÁŠEK, 2012)

V následujících tabulkách je podrobně rozepsána materiálová náročnost výstavby komunikací. Při stavbě komunikace se používá několik vrstev materiálu o různých tloušťkách. Každá vrstva má také svou objemovou hmotnost, která je následně přepočítaná na hmotnost jednotlivých vrstev. Šířka všech komunikací byla různá, ale všechny byly vedeny ve 2 jízdních pruzích.

Dálnice s označením tuhé vozovky, vedeny ve 2 pruzích, obsahují 3 vrstvy – štěrkodrt', kamenivo zpevněné cementem a cementobetonový kryt. Dálnice – netuhé vozovky – tvoří štěrkodrtě, mechanicky zpevněné kamenivo a povrch pokrývá asfaltobetonový kryt. Silnice I. a II. třídy se stavějí stejně jako netuhé vozovky ze štěrkodrt'i, mechanicky zpevněného kameniva a asfaltobetonu. Silnice III. třídy se skládají také z 3 vrstev, ale mechanicky zpevněné kamenivo je nahrazeno vrstvou stabilizovanou cementem a místní komunikace obsahují pouze štěrkodrt' a asfaltobetonový kryt. Z těchto údajů můžeme vidět, že komunikace vyšších tříd musí obsahovat pevnější vrstvy z důvodu zatíženější a frekventovanější dopravy.

Tabulka 7: Dálnice D0 – T (ONDRÁŠEK, 2012)

Dálnice: Tuhé vozovky		D0-T		
		šířka 2 pruhů	24,5 m	
		délka	1000 m	
		tloušťka	570 mm	
	tloušťka vrstvy:	šterkodrt'	150 mm	ŠD
		kamenivo zpevněné cementem	150 mm	KSC
		cementobetonový kryt	270 mm	CB
	přepočet na m ³ na tunu	ŠD - 1,9		
		KSC - 2,15		
		CB - 2,54		
	objemová hmotnost vrstev:	délka * tloušťka * šířka = m ³		
ŠD	šterkodrt'	1000 * 0,15 * 24,5 =	3675 m ³	
KSC	kamenivo zpevněné cementem	1000 * 0,15 * 24,5 =	3675 m ³	
CB	cementobetonový kryt	1000 * 0,27 * 24,5 =	6615 m ³	
	hmotnost vrstev:	objemová hmotnost * přepočet = t		
ŠD	šterkodrt'	3675 * 1,9 =	6982,5 t	
KSC	kamenivo zpevněné cementem	3675 * 2,15 =	7901,25 t	
CB	cementobetonový kryt	6615 * 2,54 =	16802 t	

Tabulka 8: Dálnice D0 – N (ONDRÁŠEK, 2012)

Dálnice: Netuhé vozovky		D0-N		
		šířka 2 pruhů	24,5 m	
		délka	1000 m	
		tloušťka	680 mm	
	tloušťka vrstvy:	šterkodrt'	250 mm	ŠD
		mechanicky zpevněné kamenivo	200 mm	MZK
		asfaltobetonový kryt	230 mm	AB
	přepočet na m ³ na tunu	ŠD - 1,9		
		MZK - 2,05		
		AB - 2,5		
	objemová hmotnost vrstev:	délka * tloušťka * šířka = m ³		
ŠD	šterkodrt'	1000 * 0,25 * 24,5 =	6125 m ³	
MZK	mechanicky zpevněné kamenivo	1000 * 0,2 * 24,5 =	4900 m ³	
AB	cementobetonový kryt	1000 * 0,23 * 24,5 =	5635 m ³	
	hmotnost vrstev:	objemová hmotnost * přepočet = t		
ŠD	šterkodrt'	6125 * 1,9 =	11637,5 t	
MZK	mechanicky zpevněné kamenivo	4900 * 2,05 =	10045 t	
AB	cementobetonový kryt	5635 * 2,5 =	14087,5 t	

Tabulka 9: Silnice I. třídy (ONDRÁŠEK, 2012)

Silnice: I. Třída		D1 - netuhé vozovky		
		šířka 2 pruhů	8 m	
		délka	1000 m	
		tloušťka	620 mm	
	tloušťka vrstvy:	štěrkořt'	250 mm	ŠD
		mechanicky zpevněné kamenivo	170 mm	MZK
		asfaltobetonový kryt	200 mm	AB
	přepočet na m ³ na tunu	ŠD - 1,9		
		KSC - 2,05		
		CB - 2,5		
	objemová hmotnost vrstev:	délka * tloušťka * šířka = m ³		
ŠD	štěrkořt'	1000 * 0,25 * 8 =	2000 m ³	
MZK	mechanicky zpevněné kamenivo	1000 * 0,17 * 8 =	1360 m ³	
AB	asfaltobetonový kryt	1000 * 0,20 * 8 =	1600 m ³	
	hmotnost vrstev:	objemová hmotnost * přepočet = t		
ŠD	štěrkořt'	2000 * 1,9 =	3800 t	
MZK	mechanicky zpevněné kamenivo	1360 * 2,05 =	2788 t	
AB	asfaltobetonový kryt	1600 * 2,5 =	4000 t	

Tabulka 10: Silnice II. třídy (ONDRÁŠEK, 2012)

Silnice: II. Třída		D1 - netuhé vozovky		
		šířka 2 pruhů	6,5 m	
		délka	1000 m	
		tloušťka	520 mm	
	tloušťka vrstvy:	štěrkořt'	250 mm	ŠD
		mechanicky zpevněné kamenivo	150 mm	MZK
		asfaltobetonový kryt	120 mm	AB
	přepočet na m ³ na tunu	ŠD - 1,9		
		KSC - 2,05		
		CB - 2,5		
	objemová hmotnost vrstev:	délka * tloušťka * šířka = m ³		
ŠD	štěrkořt'	1000 * 0,25 * 6,5 =	1625 m ³	
MZK	mechanicky zpevněné kamenivo	1000 * 0,15 * 6,5 =	975 m ³	
AB	asfaltobetonový kryt	1000 * 0,12 * 6,5 =	780 m ³	
	hmotnost vrstev:	objemová hmotnost * přepočet = t		
ŠD	štěrkořt'	1625 * 1,9 =	3087,5 t	
MZK	mechanicky zpevněné kamenivo	975 * 2,05 =	1998,75 t	
AB	asfaltobetonový kryt	780 * 2,5 =	1950 t	

Tabulka 11: Silnice III. třídy (ONDRÁŠEK, 2012)

Silnice: III.třída				
		šířka 2 pruhů	6 m	
		délka	1000 m	
		tloušťka	450 mm	
	tloušťka vrstvy:	štěrkoďť	200 mm	ŠD
		stabilizace cementem	150 mm	SC
		asfaltobetonový kryt	100 mm	AB
	přepočet na m ³ na tunu	ŠD - 1,9		
		KSC - 2,2		
		CB - 2,5		
	<u>objemová hmotnost vrstev:</u>	délka * tloušťka * šířka = m ³		
ŠD	štěrkoďť	1000 * 0,2 * 6 =	1200 m3	
SC	stabilizace cementem	1000 * 0,15 * 6 =	900 m3	
AB	asfaltobetonový kryt	1000 * 0,1 * 6 =	600 m3	
	<u>hmotnost vrstev:</u>	objemová hmotnost * přepočet = t		
ŠD	štěrkoďť	1200 * 1,9 =	2280 t	
SC	stabilizace cementem	900 * 2,2 =	1980 t	
AB	asfaltobetonový kryt	600 * 2,5 =	1500 t	

Tabulka 12: Místní komunikace (ONDRÁŠEK, 2012)

Místní komunikace				
		šířka 2 pruhů	4 m	
		délka	1000 m	
		tloušťka	450 mm	
	tloušťka vrstvy:	štěrkoďť	350 mm	ŠD
		asfaltobetonový kryt	100 mm	AB
	přepočet na m ³ na tunu	ŠD - 1,9		
		KSC - 2,5		
	<u>objemová hmotnost vrstev:</u>	délka * tloušťka * šířka = m ³		
ŠD	štěrkoďť	1000 * 0,35 * 4 =	1400 m3	
AB	asfaltobetonový kryt	1000 * 0,11 * 4 =	400 m3	
	<u>hmotnost vrstev:</u>	objemová hmotnost * přepočet = t		
ŠD	štěrkoďť	1400 * 1,9 =	2660 t	
AB	asfaltobetonový kryt	400 * 2,5 =	1000 t	

Firma Silnice CZ, s. r. o. se zabývá několika činnostmi a pro tuto studii jsou použity tyto procesy:

Tabulka 13: Procesy a délky vytvořených staveb (ONDRÁŠEK, 2012)

recyklace za studena	107000	m ²	15,25	km	při šířce 7	m	přepočet na m	0,000143
řezání	106000	m	106	km	při šířce 7	m		
pokládka asfalt	240522	m ²	34,28	km	při šířce 7	m		
spojovací postřiky	750000	m ²	106,8925	km	při šířce 7	m		
celkem km:			262,42	km				

Jak je z tabulky patrné, celkem za rok se vyprodukuje 262,42 km silnic, ale pro naši studii je nutné brát v úvahu pouze 1 km komunikace. Proto je nutný přepočet na 1 km. Přepočet se provádí tak, že každý údaj, který je uveden za rok vydělíme počtem kilometrů, tedy:

$$\text{spotřeba za rok: } 262,42 = \text{spotřeba za 1 km}$$

Tabulka č. 14 zobrazuje spotřebu paliv a energie přepočítané na 1 km v tunách a kilowatthodinách. A v tabulce 15 bylo nutné přepočítat litr benzínu na tuny.

Tabulka 14: Spotřebovaná energie a paliva (ONDRÁŠEK, 2012)

Elementární tok	Jednotka	Spotřeba za rok	přepočet l na t	přepočet na 1 km
Benzin	l	3750	2,775	0,0106 t
Nafta	t	185	185	0,7050 t
El. Energie	kWh	976		3,7192 Wh

Tabulka 15: Přepočet litru benzínu na tuny

benzin	3750 l	3,75 m ³		
hustota	740 kg/m ³	740*3,75	2775 kg	2,775 t

Tabulka 16: Souhrn spotřebovaného materiálu na 1 km komunikace (ONDRÁŠEK, 2012)

materiál -český název	šterkodrt'	kamenivo	kamenivo	cement	cementobeton	asfaltobeton	benzín	nafta	el.energie
nazev zdroje dat v programu SimaPro	gravel	stoneware	stoneware	cement	concreate	refinery products	petrol	diesel	electricity
objem	m3	m3	m3	m3	m3	m3			
hmotnost	t	t	t	t	t	t	t	t	kWh
Dálnice D0 - T	3675	3675			6615				
	6982,5	7901,25			16802		0,0106	0,705	3,7192
Dálnice D0 - N	6125		4900			5635			
	11637,5		10045			14087,5	0,0106	0,705	3,7192
Silnice I. Třídy	2000		1360			1600			
	3800		2788			4000	0,0106	0,705	3,7192
Silnice II. Třídy	1625		975			780			
	3087,5		1998,75			1950	0,0106	0,705	3,7192
Silnice III. Třídy	1200			900		400			
	2280			1980		1500	0,0106	0,705	3,7192
Místní komunikace	1400					400			
	2660					1000	0,0106	0,705	3,7192

Tabulka je souhrnem předchozích a můžeme vidět, že celková spotřeba materiálu na daných pozemních komunikacích nižších tříd pomalu klesá.

Tabulka 17: Výstupní materiály (ONDRÁŠEK, 2012)

Elementární tok	Jednotka	Spotřeba za rok	spotřeba na 1km
Odpad:			
Nebezpečný	t	3,11	0,0119 t
Komunální	t	1,44	0,0055 t
Stavební	t	124	0,4725 t

V tabulce č. 17 jsou znázorněny výstupní materiály, které vznikají výstavbou. Jedná se o odpad – nebezpečný, komunální a stavební odpad. V další části se budu věnovat hodnocení dopadů životního cyklu. (ONDRÁŠEK, 2012)

Výsledkem inventarizace je výsledná inventarizační tabulka, kterou vytvoříme v programu SimaPro 7.1 vložení všech vstupů a výstupů pro každou pozemní komunikaci. Inventarizační tabulka obsahuje velmi mnoho dat, proto pro ukázkou vkládám jen některé hodnoty, tabulka zobrazuje celkem 1 – 405 řádků.

Tabulka 18: Výsledná inventarizační tabulka

Impact assessment | Inventory | Process contribution | Setup | Checks (274)

Compartment

All compartments

☐ Per sub-compartment

☐ Skip unused

☐ Default units

Indicator









Inventory

Category

Cut-off

0%

☐ Per impact category



No	Substance	Compartment /	Unit	Dálnice D0-N	Dálnice D0-T	Místní komunikace	Silnice I. tridy	Silnice II. tridy	Silnice III. tridy
1	Baryte, in ground	Raw	g	17,5	496	6,25	7,95	6,92	188
2	Bauxite, in ground	Raw	oz	200	20,6	14,2	56,9	27,7	25,2
3	Clay, bentonite, in ground	Raw	g	4,8	151	1,21	1,74	1,42	61,9
4	Clay, unspecified, in ground	Raw	tn.lg	17,4	12,1	2,62	5,39	3,75	2,79
5	Coal, 18 MJ per kg, in ground	Raw	lb	7,11	747	0,884	2,18	1,42	682
6	Coal, 29.3 MJ per kg, in ground	Raw	oz	177	6,48	12	50,3	24,4	18
7	Coal, brown, 8 MJ per kg, in ground	Raw	lb	4,38	134	1,02	1,45	1,18	83
8	Cobalt, in ground	Raw	µg	9,06	189	3,81	4,48	4,06	24,1
9	Copper, in ground	Raw	g	1,7	75,6	0,383	0,57	0,455	31,2
10	Energy, from hydro power	Raw	kJ	158	124	x	43,8	18,8	x
11	Energy, potential (in hydropower reservoir), converted	Raw	MJ	8,71	288	2,04	2,89	2,36	168
12	Energy, unspecified	Raw	kWh	1,33E4	31,4	942	3,78E3	1,84E3	1,41E3
13	Feldspar, in ground	Raw	kg	1E3	790	x	279	120	x
14	Gas, mine, off-gas, process, coal mining/kg	Raw	oz	0,412	73,6	0,0976	0,138	0,113	66,7
15	Gas, natural, 30.3 MJ per kg, in ground	Raw	kg	1,2E3	946	x	334	144	x
16	Gas, natural, 35 MJ per m3, in ground	Raw	cuft	39,6	591	2,51	11,6	6,34	427
17	Gas, natural, 36.6 MJ per m3, in ground	Raw	m3	916	x	65	260	127	97,5
18	Gas, off-gas, oil production, in ground	Raw	cu.in	349	274	x	96,8	41,6	x
19	Gas, petroleum, 35 MJ per m3, in ground	Raw	cuft	8,43	260	3,4	4,04	3,64	94
20	Gravel, in ground	Raw	kg	0,377	1,39E4	0,141	0,171	0,152	19,5
21	Chromium, in ground	Raw	g	0,504	24,6	0,12	0,172	0,14	4,96
22	Iron ore, in ground	Raw	oz	99,6	0,178	7,05	28,3	13,8	10,6
23	Iron, in ground	Raw	oz	6,64	251	1,56	2,28	1,84	69,2

6 ANALÝZA VLIVU NA ŽP

Analýza hodnocení dopadů se provádí pomocí klasifikace, charakterizace popřípadě normalizace.

Jak již bylo zmíněno, klasifikací se zařazují jednotlivé výsledky do kategorií dopadu. Indikátorem kategorie dopadu je měřitelná veličina s jasně definovanými jednotkami, podle níž sledujeme, jak silně se daná kategorie dopadu v důsledku lidského zásahu prohlubuje, rozvíjí či zhoršuje.

Midpoint indikátor znamená, že hodnotíme potenciální škodlivost daného elementárního toku a endpoint indikátor znázorňuje, jaké může elementární tok vyvolat nepříznivé účinky.

Charakterizace slouží k vyčíslení míry působení daných toků na kategorie dopadu. Vyčísľujeme jej jako výsledek indikátoru kategorie dopadu.

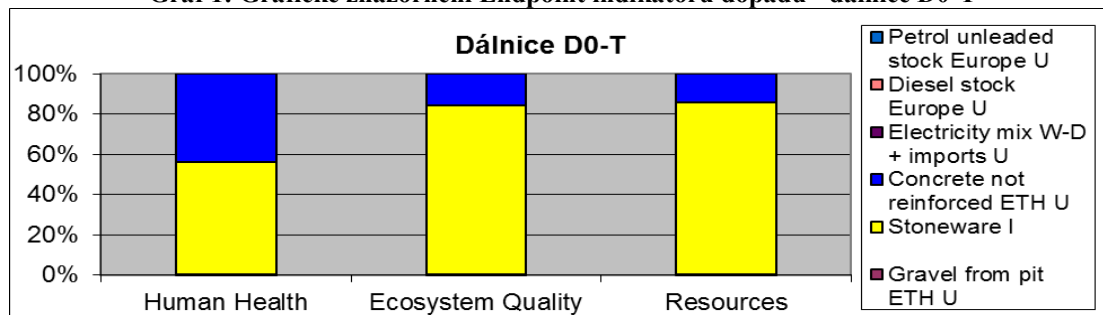
Normalizace je vyjádření relativní míry zasažení kategorií dopadu. Normalizace je převedení výsledků indikátorů kategorií dopadu na bezrozměrná čísla, tedy jaký podíl z celkové škody v dané kategorii dopadu představuje námi posuzovaný systém. (JUDL, 2010)

Program pomocí metody „Eco – Indicator 99“ vyhodnotil veškeré dopady, které se zde mohou vyskytovat – potenciální škody, odhad škod a v neposlední řadě přímé nepříznivé účinky. V sekci „Characterization“ se zobrazí dopady všech komunikací na různé složky životního prostředí. Pro naše potřeby je důležitá sekce „Damage assessment“, která zobrazuje odhad škody daných elementárních toků. Zobrazení všech dopadů určených pozemních komunikací udává „Single score“. Vždy jsou znázorněny Endpoint a Midpoint indikátory. Nyní následují tabulky a k nim náležící grafy těchto potenciálních a negativních dopadů. V příloze uvádím všechny síťové grafy k daným typům komunikací. Ty elementární toky, které jsou označeny zelenou barvou, považujeme za nejméně škodlivé. Červeně označené spadají do kategorie nejhorších dopadů.

Tabulka 19: Vyčíslení dopadů v % – Endpoint indikátor - dálnice D0-T

Damage category	Gravel from pit ETH U	Stoneware I	Concrete not reinforced ETH U	Electricity mix W-D + imports U	Diesel stock Europe U	Petrol unleaded stock Europe U
Human Health	0,420309039	55,56297018	44,00129478	5,9111E-05	0,015031647	0,000335244
Ecosystem Quality	0,1769001	84,08954737	15,72887579	1,35243E-05	0,004569049	9,4162E-05
Resources	0,196783481	85,57730146	14,13975215	1,31294E-05	0,084838852	0,001310932

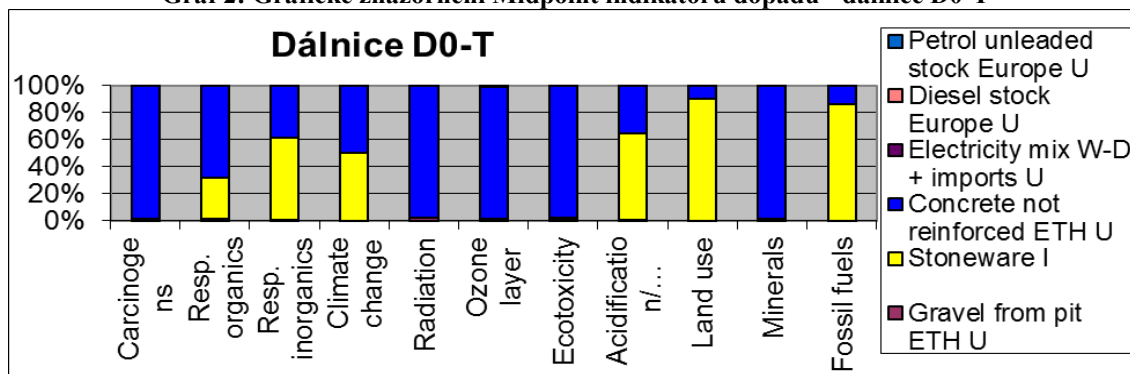
Graf 1: Grafické znázornění Endpoint indikátoru dopadů - dálnice D0-T



Tabulka 20: Vyčíslení dopadů v % – Midpoint indikátor - dálnice D

Impact category	Gravel from pit ETH U	Stoneware I	Concrete not reinforced ETH U	Electricity mix W-D + imports U	Diesel stock Europe U	Petrol unleaded stock Europe U
Carcinogens	0,319467462	0,753450554	98,90499091	0,000191823	0,021407297	0,000491953
Resp. organics	1,137506848	30,70306346	67,83140138	2,28096E-05	0,321505522	0,006499981
Resp. inorganics	0,528911653	60,69848564	38,75518517	5,17644E-05	0,016991036	0,000374737
Climate change	0,190185274	50,1728472	49,62752772	5,77112E-05	0,009166087	0,000216011
Radiation	1,898729966	0	98,07844229	0,000807672	0,0214788	0,000541269
Ozone layer	1,489487729	0,048325363	97,78899741	4,92012E-05	0,663033657	0,010106641
Ecotoxicity	0,362647991	1,646957903	97,92243228	5,06539E-05	0,066317624	0,001593543
Acidification/Eutrophication	0,378643711	64,41384083	35,19484417	2,9607E-05	0,01239775	0,000243936
Land use	0,14045697	89,72380462	10,13431415	9,89727E-06	0,001391288	2,3083E-05
Minerals	1,015138635	0,453694318	98,46777617	6,08068E-05	0,062081097	0,001248971
Fossil fuels	0,196141479	85,64408111	14,07359663	1,3092E-05	0,084856705	0,001310981

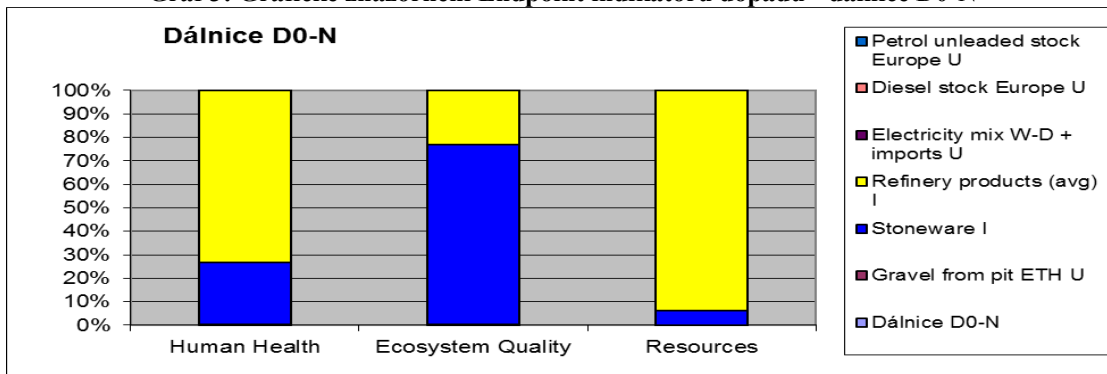
Graf 2: Grafické znázornění Midpoint indikátoru dopadů - dálnice D0-T



Tabulka 21: Vyčíslení dopadů v % – Endpoint indikátor - dálnice D0-N

Damage category	Gravel from pit ETH U	Stoneware I	Refinery products (avg) I	Electricity mix W-D + imports U	Diesel stock Europe U	Petrol unleaded stock Europe U
Human Health	0,261935218	26,41289506	73,31940166	2,21027E-05	0,005620604	0,000125354
Ecosystem Quality	0,211015727	76,51280938	23,2728277	9,67947E-06	0,003270121	6,73928E-05
Resources	0,018450775	6,120543025	93,85615893	7,38622E-07	0,004772787	7,37492E-05

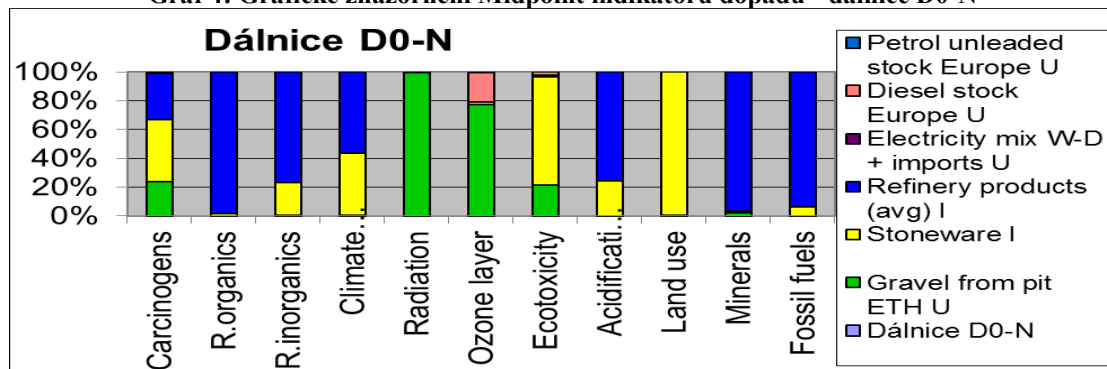
Graf 3: Grafické znázornění Endpoint indikátoru dopadů - dálnice D0-N



Tabulka 22: Vyčíslení dopadů v % – Midpoint indikátor - dálnice D0-N

Impact category	Gravel from pit ETH U	Stoneware I	Refinery products (avg) I	Electricity mix W-D + imports U	Diesel stock Europe U	Petrol unleaded stock Europe U
Carcinogens	23,98030692	43,14080552	31,88394921	0,008639317	0,964142424	0,022156613
Resp. organics	0,083885554	1,727111023	98,17448913	1,00926E-06	0,014225674	0,000287605
Resp. inorganics	0,263297728	23,04874163	76,68275826	1,54613E-05	0,005074989	0,000111929
Climate change	0,215255405	43,31629615	56,46203795	3,91912E-05	0,006224613	0,000146692
Radiation	99,2838081	0	0	0,025339706	0,673870555	0,016981638
Ozone layer	77,16499212	1,909694528	0	0,001529361	20,60963079	0,314153203
Ecotoxicity	21,67197536	75,07599704	0,815173766	0,001816258	2,377899142	0,057138437
Acidification/Eutrophication	0,186958666	24,26048272	75,54880468	8,77123E-06	0,003672899	7,22672E-05
Land use	0,20480212	99,79395183	0	8,6588E-06	0,001217193	2,01945E-05
Minerals	2,493674779	0,850125776	96,56276813	8,96227E-05	0,091500842	0,001840849
Fossil fuels	0,018376714	6,120700721	93,85607794	7,35962E-07	0,004770192	7,36964E-05

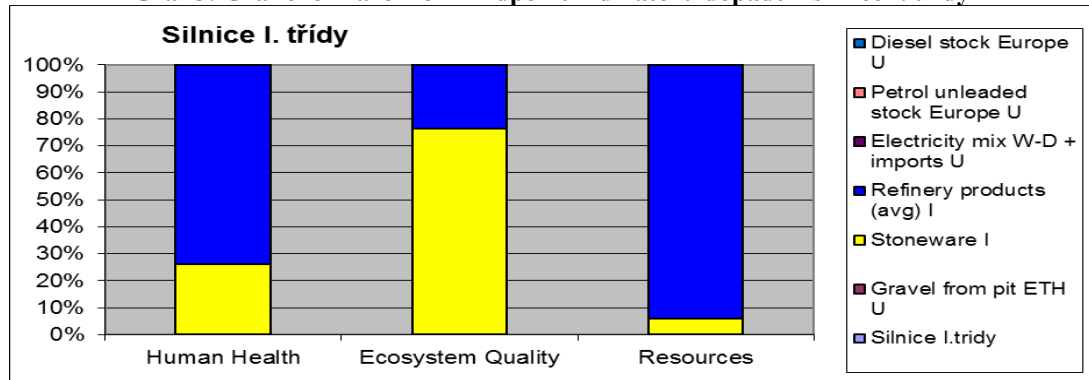
Graf 4: Grafické znázornění Midpoint indikátoru dopadů - dálnice D0-N



Tabulka 23: Vyčíslení dopadů v % – Endpoint indikátor - silnice I. třídy

Damage category	Gravel from pit ETH U	Stoneware I	Refinery products (avg) I	Electricity mix W-D + imports U	Petrol unleaded stock Europe U	Diesel stock Europe U
Human Health	0,302862331	25,95890072	73,71781218	7,82659E-05	0,00044388	0,019902629
Ecosystem Quality	0,246818197	76,07035203	23,67083977	3,46729E-05	0,000241408	0,011713921
Resources	0,021244463	5,990181981	93,97148109	2,60453E-06	0,000260055	0,016829811

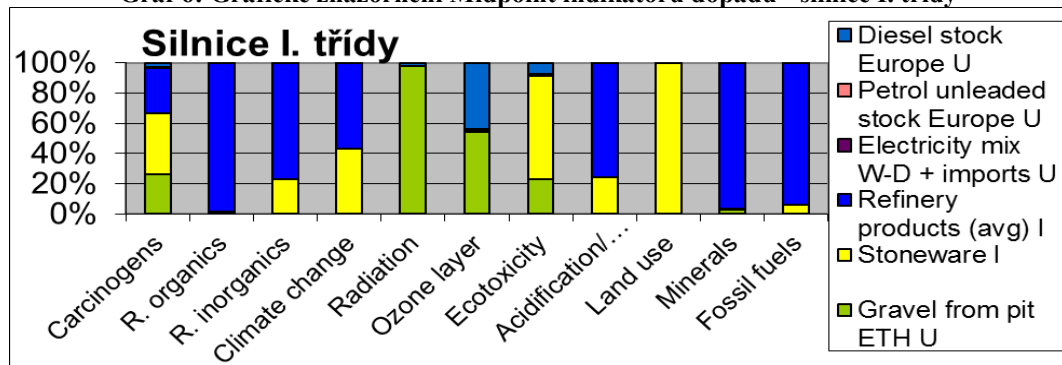
Graf 5: Grafické znázornění Endpoint indikátoru dopadů - silnice I. třídy



Tabulka 24: Vyčíslení dopadů v % – Midpoint indikátor - silnice I. třídy

Impact category	Gravel from pit ETH U	Stoneware I	Refinery products (avg) I	Electricity mix W-D + imports U	Petrol unleaded stock Europe U	Diesel stock Europe U
Carcinogens	26,23029907	40,11027881	30,32653369	0,028940366	0,074221201	3,229726861
Resp. organics	0,096458427	1,688076714	98,16435263	3,55411E-06	0,001012804	0,050095872
Resp. inorganics	0,304209951	22,63562294	77,0417592	5,47078E-05	0,000396045	0,017957153
Climate change	0,249857804	42,7374979	56,98985628	0,000139317	0,000521459	0,022127244
Radiation	97,83858949	0	0	0,076473227	0,05124924	2,033688039
Ozone layer	54,00987571	1,136150048	0	0,003278226	0,673395874	44,17730014
Ecotoxicity	23,13941098	68,13556093	0,756843623	0,005938919	0,186835009	7,775410541
Acidification/Eutrophication	0,216101016	23,83579112	75,93481941	3,1049E-05	0,000255817	0,013001584
Land use	0,240848812	99,75466353	0	3,11849E-05	7,27311E-05	0,004383747
Minerals	2,850890193	0,826119336	95,99586887	0,000313787	0,006445179	0,32036264
Fossil fuels	0,021159192	5,990337599	93,97142008	2,59515E-06	0,000259868	0,016820664

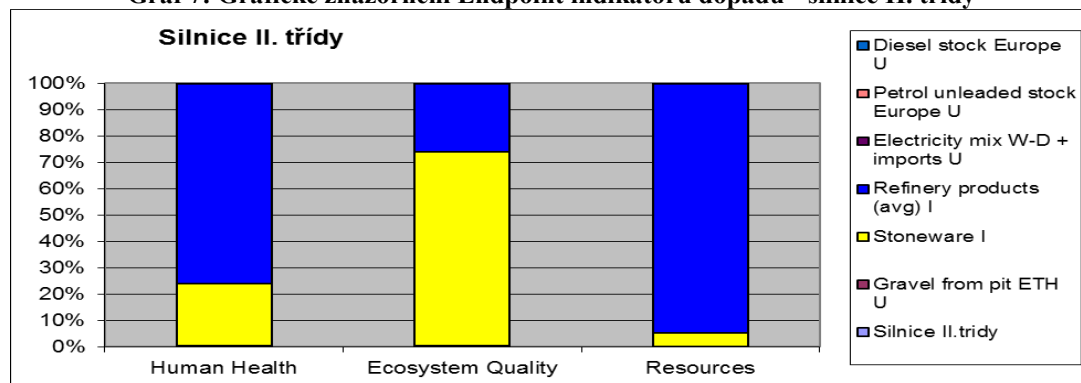
Graf 6: Grafické znázornění Midpoint indikátoru dopadů - silnice I. třídy



Tabulka 25: Vyčíslení dopadů v % – Endpoint indikátor - silnice II. třídy

Damage category	Gravel from pit ETH U	Stoneware I	Refinery products (avg) I	Electricity mix W-D + imports U	Petrol unleaded stock Europe U	Diesel stock Europe U
Human Health	0,519525905	23,5646355	75,8727169	0,000165238	0,000937139	0,042019321
Ecosystem Quality	0,451058068	73,56702383	25,95494995	7,79869E-05	0,00054298	0,026347185
Resources	0,03564799	5,319144571	94,60990776	5,37892E-06	0,00053707	0,034757231

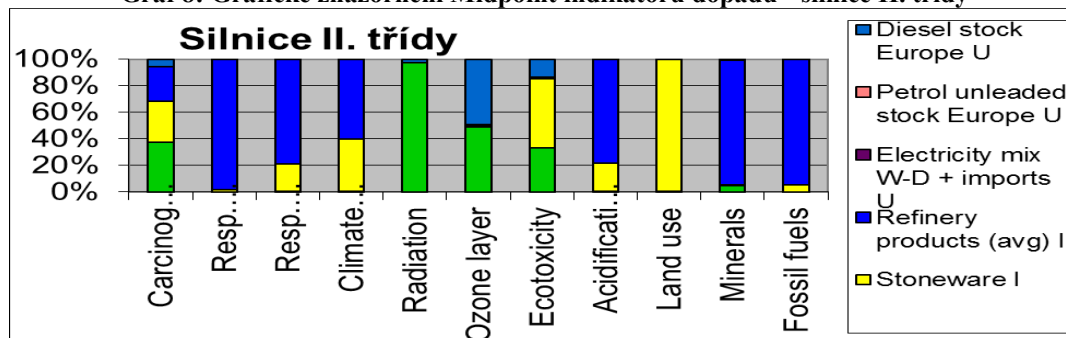
Graf 7: Grafické znázornění Endpoint indikátoru dopadů - silnice II. třídy



Tabulka 26: Vyčíslení dopadů v % – Midpoint indikátor - silnice II. třídy

Impact category	Gravel from pit ETH U	Stoneware I	Refinery products (avg) I	Electricity mix W-D + imports U	Petrol unleaded stock Europe U	Diesel stock Europe U
Carcinogens	37,60388	30,429693	26,085757	0,0510634	0,1309586	5,698648107
Resp. organics	0,1608947	1,4900681	98,244106	7,296E-06	0,0020792	0,102844251
Resp. inorganics	0,5197461	20,465519	78,976027	0,000115	0,0008328	0,037759997
Climate change	0,4376704	39,616476	59,896725	0,0003004	0,0011242	0,047704377
Radiation	97,353005	0	0	0,0936538	0,0627629	2,490577983
Ozone layer	49,182152	0,547498	0	0,0036741	0,7547123	49,51196364
Ecotoxicity	33,314613	51,912122	0,6537924	0,0105237	0,3310681	13,77788092
Acidification/Eutrophication	0,3699914	21,596178	78,005829	6,543E-05	0,0005391	0,027397299
Land use	0,4541263	99,535459	0	7,237E-05	0,0001688	0,010173121
Minerals	4,6516137	0,7133102	93,978161	0,0006301	0,012943	0,643341613
Fossil fuels	0,0355049	5,3192873	94,609927	5,36E-06	0,0005367	0,034738371

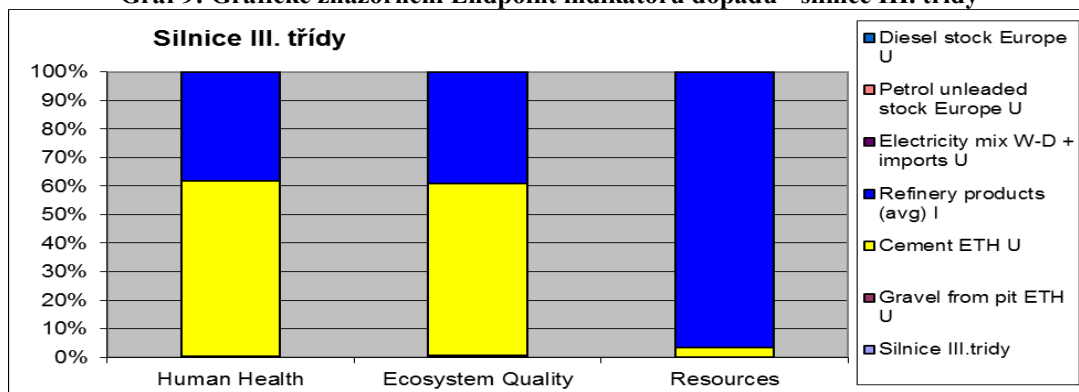
Graf 8: Grafické znázornění Midpoint indikátoru dopadů - silnice II. třídy



Tabulka 27: Vyčíslení dopadů v % – Endpoint indikátor - silnice III. třídy

Damage category	Gravel from pit ETH U	Cement ETH U	Refinery products (avg) I	Electricity mix W-D + imports U	Petrol unleaded stock Europe U	Diesel stock Europe U
Human Health	0,2514662	61,465398	38,254872	0,0001083	0,0006143	0,0275419
Ecosystem Quality	0,6503956	60,312253	38,984693	0,0001523	0,0010602	0,051446
Resources	0,0349061	3,4172409	96,501046	7,132E-06	0,0007121	0,0460876

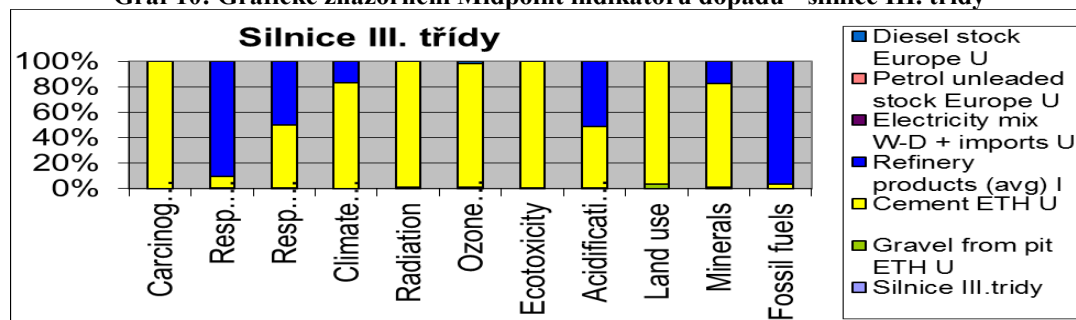
Graf 9: Grafické znázornění Endpoint indikátoru dopadů - silnice III. třídy



Tabulka 28: Vyčíslení dopadů v % – Midpoint indikátor - silnice III. třídy

Impact category	Gravel from pit ETH U	Cement ETH U	Refinery products (avg) I	Electricity mix W-D + imports U	Petrol unleaded stock Europe U	Diesel stock Europe U
Carcinogens	0,1255595	99,757121	0,0907296	0,0002309	0,0005921	0,0257668
Resp. organics	0,1420002	9,4128649	90,319728	8,72E-06	0,002485	0,1229135
Resp. inorganics	0,3172877	49,429639	50,221074	9,51E-05	0,0006885	0,0312152
Climate change	0,1198942	82,770283	17,091598	0,0001114	0,000417	0,0176962
Radiation	1,0126585	98,950056	0	0,0013192	0,0008841	0,0350821
Ozone layer	1,3166865	96,86085	0	0,0001332	0,0273608	1,7949697
Ecotoxicity	0,3188199	99,491684	0,0065175	0,0001364	0,0042904	0,1785522
Acidification/Eutrophication	0,233584	48,443666	51,298811	5,593E-05	0,0004609	0,0234224
Land use	3,4701475	96,422089	0	0,0007489	0,0017465	0,1052683
Minerals	0,8189985	81,788429	17,235948	0,0001502	0,0030859	0,1533887
Fossil fuels	0,034771	3,4037314	96,51471	7,108E-06	0,0007117	0,0460691

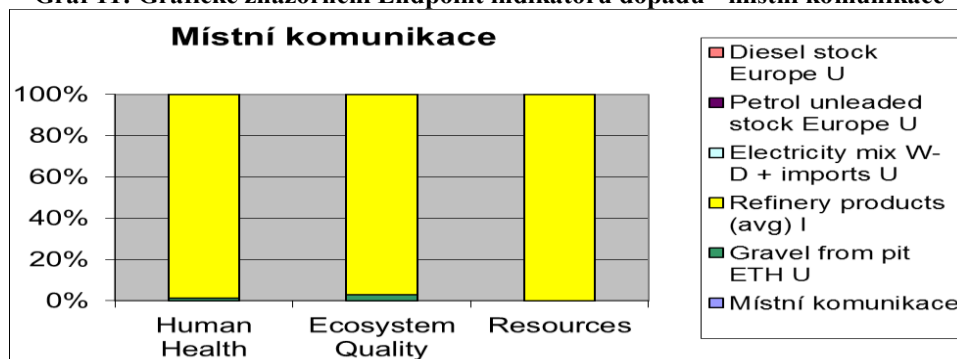
Graf 10: Grafické znázornění Midpoint indikátoru dopadů - silnice III. třídy



Tabulka 29: Vyčíslení dopadů v % – Endpoint indikátor - místní komunikace

Damage category	Gravel from pit ETH U	Refinery products (avg) I	Electricity mix W-D + imports U	Petrol unleaded stock Europe U	Diesel stock Europe U
Human Health	1,136025	98,754529	0,0004194	0,0023785	0,1066486
Ecosystem Quality	2,8311923	96,97233	0,0005682	0,0039559	0,1919537
Resources	0,0632146	99,864128	1,107E-05	0,0011054	0,0715406

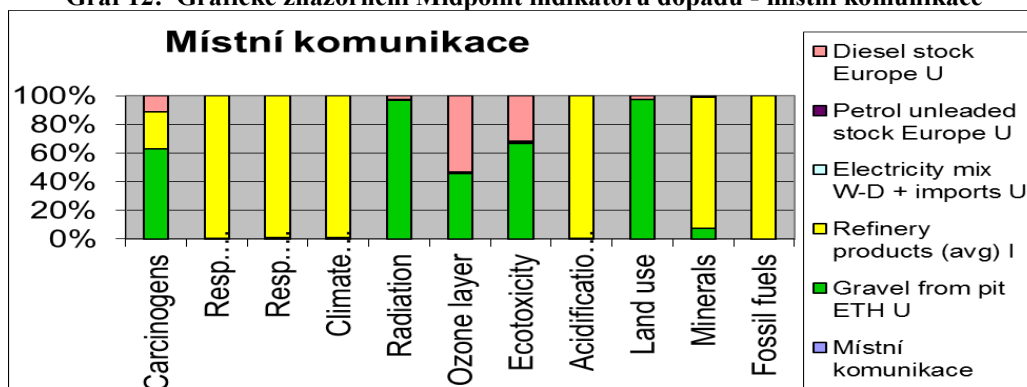
Graf 11: Grafické znázornění Endpoint indikátoru dopadů - místní komunikace



Tabulka 30: Vyčíslení dopadů v % – Midpoint indikátor - místní komunikace

Impact category	Gravel from pit ETH U	Refinery products (avg) I	Electricity mix W-D + imports U	Petrol unleaded stock Europe U	Diesel stock Europe U
Carcinogens	62,718192	25,897332	0,0988545	0,2535247	11,032096
Resp. organics	0,2738105	99,518919	1,441E-05	0,0041071	0,2031486
Resp. inorganics	1,0924954	98,813065	0,0002807	0,0020319	0,0921267
Climate change	1,21079	98,631455	0,0009645	0,0036099	0,1531811
Radiation	96,94061	0	0,1082448	0,0725412	2,8786036
Ozone layer	45,737367	0	0,0039659	0,8146487	53,444019
Ecotoxicity	66,506257	0,7768879	0,0243848	0,7671326	31,925338
Acidification/Eutrophication	0,789997	99,140605	0,0001622	0,001336	0,0678995
Land use	97,407202	0	0,0180174	0,0420212	2,5327597
Minerals	7,5816616	91,175556	0,0011921	0,0244862	1,2171041
Fossil fuels	0,0629611	99,864421	1,103E-05	0,0011047	0,071502

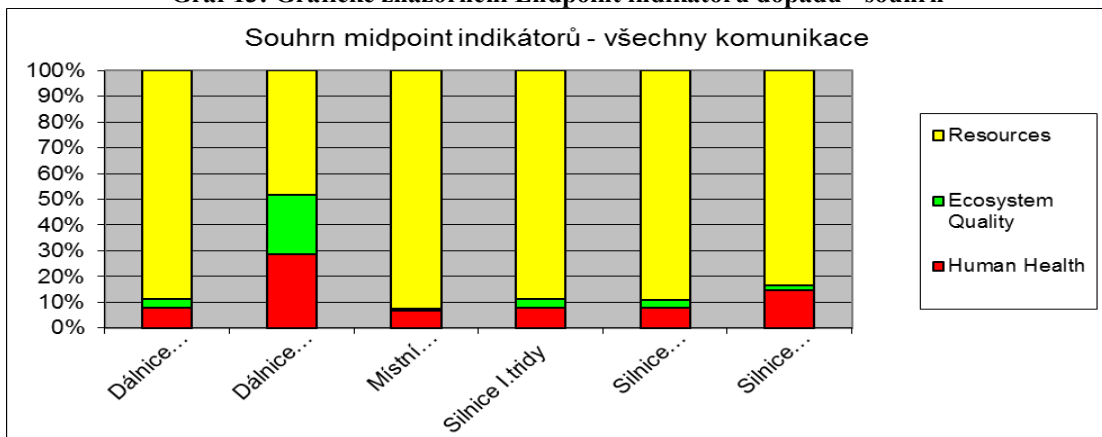
Graf 12: Grafické znázornění Midpoint indikátoru dopadů - místní komunikace



Tabulka 31: Vyčíslení dopadů v % – Endpoint indikátory - souhrn

Damage category	Dálnice D0-N	Dálnice D0-T	Místní komunikace	Silnice I.tridy	Silnice II.tridy	Silnice III.tridy
Total	100	100	100	100	100	100
Human Health	7,9246441	28,751771	6,5283093	7,8981603	7,75985	14,673623
Ecosystem Quality	3,279947	22,777877	0,8734282	3,2314841	2,9801359	1,8916784
Resources	88,795409	48,470351	92,598262	88,870356	89,260014	83,434698

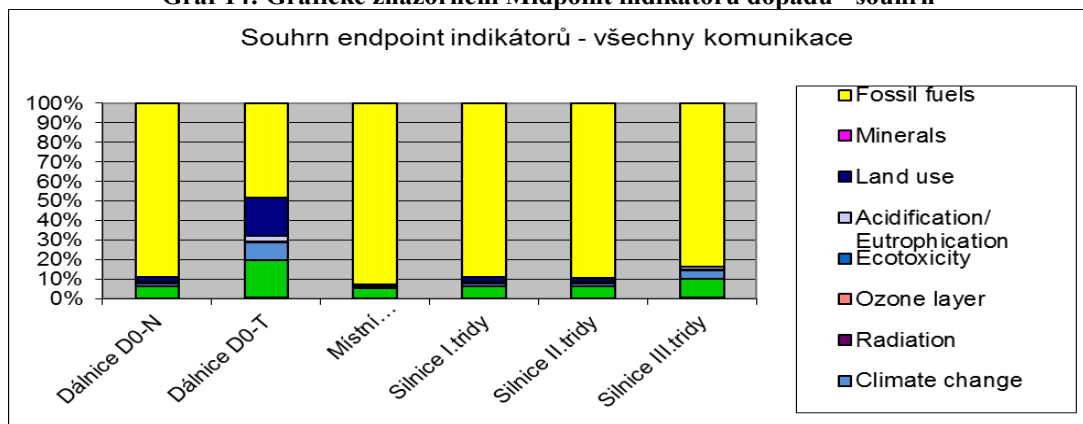
Graf 13: Grafické znázornění Endpoint indikátorů dopadů - souhrn



Tabulka 32: Vyčíslení dopadů v % – Midpoint indikátory - souhrn

Impact category	Dálnice D0-N	Dálnice D0-T	Místní komunikace	Silnice I.tridy	Silnice II.tridy	Silnice III.tridy
Total	100	100	100	100	100	100
Carcinogens	0,0018274	0,7986029	0,0024964	0,0019253	0,0022634	0,6204282
Resp. organics	0,0537035	0,0230566	0,0587833	0,0538204	0,0543794	0,0563954
Resp. inorganics	6,4985721	18,833958	5,5957765	6,4817038	6,3938239	9,5863902
Climate change	1,3703217	9,0294104	0,8704077	1,3604457	1,3089296	4,3734266
Radiation	0,0002015	0,061333	0,0007372	0,0002356	0,0003991	0,0351138
Ozone layer	1,794E-05	0,0054108	0,0001081	2,954E-05	5,467E-05	0,001869
Ecotoxicity	0,0017892	0,6224845	0,0020831	0,0019311	0,0022605	0,2161981
Acidification/Eutrophication	1,0103692	2,9043879	0,8543094	1,0073176	0,9915644	1,4375595
Land use	2,2677887	19,251005	0,0170357	2,2222354	1,986311	0,2379208
Minerals	0,0026568	0,0379953	0,0031221	0,002678	0,0027662	0,0143799
Fossil fuels	88,792752	48,432356	92,59514	88,867678	89,257248	83,420319

Graf 14: Grafické znázornění Midpoint indikátorů dopadů - souhrn



7 INTERPRETACE VÝSLEDKŮ

V této fázi jsou zhodnoceny všechny dopady, které vycházejí z inventarizační analýzy. Cílem bylo identifikovat a vyhodnotit důležitost vlivů zjištěných analýzou. Je nutné minimalizovat dopady výrobku na životní prostředí. Pro hodnocení se používá kategorizace dopadů, ABC analýza a kontrola konzistence.

7.1 Kategorizace dopadu

Kategorizace dopadu je proces, kterým jednotlivé dopady zařadíme do kategorie podle významnosti. Jedná se o problém životního prostředí, kdy rozvoj kategorií můžeme přiřadit určité antropogenní třídě. Studie LCA nabízí nástroje, jak můžeme dopady hodnotit. Kategorie dopadu jsou vždy midpointové a endpointové. Mezi základní midpointové kategorie patří např. úbytek stratosférického ozónu, ekotoxicita, acidifikace, eutrofizace. Specifické midpointové kategorie jsou využití krajiny a ionizační záření. Endpointové kategorie v našem případě jsou pouze lidské zdraví, úbytek surovin a kvalita ekosystémů. (KOČÍ, 2009)

Tabulka 33: Kategorizace dopadu

Kategorie dopadu podle významnosti	
dopad	zastoupení v %
velmi významný	50-100
významný	20-50
méně významný	5-20
Nevýznamný	0-5

Všechny dopady budou zařazeny podle významnosti a zohledněny pouze ty, které mají největší význam (velmi významný dopad) pro životní prostředí.

Dálnice D0 – tuhé vozovky

Nejvýznamnější dopad na lidské zdraví má kamenivo a beton. Tyto dva elementární toky obsahují velké procento karcinogenních látek (beton až 98,9 %). Dále také anorganické a organické látky, které následně mohou ovlivnit úbytek ozonu a zvyšovat radiaci. Co se týče kvality ekosystému, hraje opět roli kamenivo. Nyní ale souvisí z 64,4 % s okyselováním půd – acidifikací a úživností – eutrofizací a z 89,7 % má vliv na využívání

krajiny. Úbytek surovin představuje zejména množství fosilních a minerálních surovin, kde kamenivo obsahuje 85,6 % fosilních a beton 98,5 % minerálních surovin.

Dálnice D0 – netuhé vozovky

Ropné produkty obsažené ve vrstvě netuhé vozovky reprezentuje asfalt a má největší vliv na zdraví člověka, 73,3 %. Skládá se z organických látek (98,2 %), anorganických látek (76,6 %) a z 56,5 % se podílí na změně klimatu. Radiaci a ozonovou vrstvu nejvíce ohrožují látky obsažené ve šterkodrti. Ropné látky také ovlivňují kvalitu ekosystému, hlavně acidifikaci a eutrofizaci (75,5 %). Naopak kamenivo z 99,8 % zatěžuje ekosystém zásahy při těžbě. Přírodní zdroje a jejich úbytek zajišťují ropné látky, které se z 93,9 % zaslouží o úbytek fosilních a minerálních surovin.

Silnice I. třídy

Při stavbě těchto komunikací opět převažují ropné produkty. Ze 73,7 % poškozují lidské zdraví, konkrétně 98,2 % organické látky a 77 % anorganické látky. I změna klimatu je zapříčiněna škodlivými látkami v ropných produktech. Šterkodrti obsahují významné procento látek ovlivňujících ozonovou vrstvu a množství ionizačního záření. Kvalita ekosystému je ze 76,1 % určována využitím krajiny, hlavně těžbou kameniva. 75,9 % ropných látek se podílí na acidifikaci a eutrofizaci a z 94 – 96 % využívají zásoby fosilních a minerálních surovin.

Silnice II. třídy

Asfalt vykazuje největší účinky na poškození zdraví člověka. Ze 75,9 % se o to zaslouží především ropné produkty (98,2 % organické látky, 79 % anorganické látky). I úbytek surovin zapříčiňují ropné látky 94,5 % a tím se snižují zásoby fosilních surovin. Také se vytváří kyselé půdy ze 78 % v důsledku uvolňování kyselých látek do půd. Kvalitu ekosystému nejvíce zatěžuje využívání krajiny a ekotoxicita.

Silnice III. třídy

Pouze u tohoto typu komunikace se používá místo vrstvy kameniva vrstva stabilizovaná cementem, který má největší význam na lidské zdraví a kvalitu ekosystému. Obsahuje z 99,8 % karcinogenní látky, které ovlivňují zdraví člověka. Z 82,8 % se podílí svými látkami na změně klimatu. Také vytváří velké procento ionizačního záření, 99 %.

Z 81 % využívá minerální suroviny. Oproti tomu ropné látky mají z 96,5 % podíl na úbytku surovin, z toho stejné procento zaujímají fosilní suroviny.

Místní komunikace

Na výstavbu místních komunikací se využívají jen dvě vrstvy materiálu, a to šterkodrt' a asfalt. Od toho se také odvíjí nejvýznamnější vlivy. Ropné produkty ovlivňují v největší míře všechny 3 kategorie dopadu – lidské zdraví, kvalitu ekosystému i úbytek surovin. Zdroje jsou využívány z 99 %. Kvalita ekosystému je poškozována z 97 % a patří zde acidifikace ropnými látkami a způsob využití krajiny při spotřebě šterkodrti. Látky ohrožující zdraví obsahují 97 % ropných produktů a mění kvalitu klimatu. Konkrétně nafta má vliv na ozonovou vrstvu.

Vlivy na lidské zdraví se vyjadřují jako počet let života člověka, o které v dané populaci bylo lidstvo působením elementárního toku připraveno (KOČÍ, 2009). Největší procento účinku na zdraví člověka zaujímá stavba dálnic D0 – tuhé vozovky, které obsahují pouze vrstvy kameniva a beton. Částice škodlivých látek působí negativně na lidské zdraví. Ale ve srovnání s ovlivněním kvality ekosystému a úbytkem surovin je to méně významný dopad (pouze 22,8 %). Kvalita ekosystému zahrnuje celkovou biodiverzitu, funkčnost a rovnováhu ekosystému. Poškození se vyjadřuje jako úbytek biologických druhů v dané oblasti po určitou dobu, který je způsoben environmentální zátěží v %. Úbytek surovin se v tomto případě vztahuje na množství a kvalitu zbývajících využitelných surovinových zdrojů – měřítko dostupnosti minerálních a fosilních surovin a jejich energie potřebná k získání (KOČÍ, 2009). Nejvýznamnější účinek má výstavba místních komunikací, které obsahují 99,9 % ropných produktů. Mezi ně patří benzín, motorová nafta, propan – butan, topný olej, petrolej, parafin, mazivo, mazut, dehet, asfalt a petrochemikálie. Z chemických látek jsou to především síra, vodík a uhlík. Na ostatní kategorie dopadu má výstavba silnic zanedbatelný vliv.

7.2 ABC analýza

Další charakteristikou hodnocení je ABC analýza, která hodnotí dopady také podle významnosti s tím rozdílem, že vlivy jsou značeny písmeny, což nám usnadňuje orientaci mezi emisními toky. Tuto analýzu provedeme dle tabulky „Single score“, kde jsou uvedeny dopady všech typů komunikací.

Tabulka 34: ABC analýza

ABC analýza		
dopad	označení	hodnota
velmi významný	A	50-100 %
významný	B	20-50 %
méně významný	C	5-20 %
nevýznamný	D	0-5 %

Tabulka 35: ABC analýza - Endpointový indikátor dopadu - všechny typy komunikací

Damage category	Dálnice D0-N	Dálnice D0-T	Místní komunikace	Silnice I.tridy	Silnice II.tridy	Silnice III.tridy
Total	100	100	100	100	100	100
Human Health	C	B	C	C	C	C
Ecosystem Quality	D	B	D	D	D	D
Resources	A	B	A	A	A	A

Tabulka 36: ABC analýza - Midpointový indikátor - všechny typy komunikací

Impact category	Dálnice D0-N	Dálnice D0-T	Místní komunikace	Silnice I.tridy	Silnice II.tridy	Silnice III.tridy
Total	100	100	100	100	100	100
Carcinogens	D	D	D	D	D	D
Resp. organics	D	D	D	D	D	D
Resp. inorganics	C	C	C	C	C	C
Climate change	D	C	D	D	D	D
Radiation	D	D	D	D	D	D
Ozone layer	D	D	D	D	D	D
Ecotoxicity	D	D	D	D	D	D
Acidification/ Eutrophication	D	D	D	D	D	D
Land use	D	C	D	D	D	D
Minerals	D	D	D	D	D	D
Fossil fuels	A	B	A	A	A	A

Z analýzy vyplývá, že nejvýznamnější vliv na všechny kategorie mají fosilní paliva (s tím související zdroje). Mezi ně patří nafta, benzín, asphalt a další. Tyto suroviny obsahují látky (síra, vodík a uhlík), které při styku s jinými látkami tvoří škodlivé sloučeniny a mohou způsobit např. globální oteplování, ztenčování ozonové vrstvy, působí v nemalé

míře i na zdraví člověka. Je také vhodné uvést stále stoupající využívání zdrojů těchto látek a jejich omezené zásoby.

7.3 Kontrola konzistence

Pro ověření správnosti analýzy provedeme kontrolu konzistence, která sestává z charakteristiky jednotlivých spotřebních materiálů a energií. Do výrobního systému výstavby komunikací byly vždy zařazeny 3 složky materiálu. Do výrobního systému dálnice byla zařazena šterkodrt', kamenivo zpevněné cementem a cementobeton. Do výrobního systému silnice I., II a III. třídy patří šterkodrt', mechanicky zpevněné kamenivo a asfaltobeton. K výrobnímu systému místní komunikace náleží pouze šterkodrt' a asfaltobeton. Každý systém také obsahuje spotřebu elektrické energie a paliv (benzín a nafta). Jak můžeme vidět, pro jednotlivé vstupy nejsou použity stejné projekty, technologie a reprezentativní data, proto je nutné se do budoucna při tvorbě LCA studie snažit vždy vyhledat vhodná data, která mohou být pro studii přínosná.

Tabulka 37: Kontrola konzistence

Materiál	Name	Project	Time period	Geography	Technology	Representativeness
šterkodrt'	gravel from pit ETHU	ETH-ESU 96 Unit processes	1990 - 1994	Europe, Western	Average technology	Mixed data
kamenivo	stoneware I	IDEMAT 2001	1990 - 1994	Europe, Western	Mixed data	Average of all suppliers
cement	cement ETH U	ETH-ESU 96 Unit processes	1990 - 1994	Europe, Western	Average technology	Mixed data
beton	concrete not reinforced ETH U	ETH-ESU 96 Unit processes	1990 - 1994	Europe, Western	Average technology	Mixed data
asfaltobeton	refinery products (avg) I	IDEMAT 2001	1990 - 1994	Europe, Western	Mixed data	Average of all suppliers
benzín	petrol unleaded stock Europe U	ETH-ESU 96 Unit processes	1990 - 1994	Europe, Western	Average technology	Mixed data
nafta	diesel stock Europe U	ETH-ESU 96 Unit processes	1990 - 1994	Europe, Western	Average technology	Mixed data
el.energie	electricity mix W-Germany	ETH-ESU 96 Unit processes	1990 - 1994	Europe, Western	Average technology	Average of all suppliers

ZÁVĚR

V České republice představuje doprava podobně jako v jiných vyspělých zemích hlavní problém při rozvoji související se znečišťováním životního prostředí. Největší míru znečišťování zaujímá silniční doprava, jejíž vliv se projevuje zejména velkou produkcí emisí skleníkových plynů. S rozvojem dopravy také souvisí změna vzhledu krajiny a fragmentace, kdy silniční trasy tvoří bariéry pro migrující živočichy. Dalším vlivem je také hluk a vibrace, kontaminace půd a vod.

Diplomová práce na téma „Zhodnocení vlivu silnic na životní prostředí“ byla zpracována za účelem poukázání na důležitost a v podstatě i nutnost analyzovat a zmenšovat, či lépe minimalizovat stále rostoucí negativní vlivy na životní prostředí a tím i zachování jeho kvality pro budoucí generace.

Vzhledem k tomu, že práce měla za cíl nejen zhodnotit výsledky provedené analýzy, ale zároveň poskytnout ucelený teoretický přehled vstupů a tezí, je v první kapitole zařazen výpis nejdůležitějších látek, které ovlivňují kvalitu ŽP. Jedná se hlavně o emise, které pocházejí z dopravy a znečišťují životní prostředí. Celá práce je zaměřena především na tyto látky, protože právě doprava je po energetice 2. největším producentem skleníkových plynů. Hlavní škodlivé látky představují oxid uhličitý, oxid uhelnatý, oxidy dusíku, poléťavý prach a oxidy síry. U každé látky je poté kromě jejího základního popisu, přirozeného původu a vzniku vlivem působení lidské činnosti, uveden rovněž její dopad nejen na ŽP, ale i na zdraví člověka. Jsou zde uvedeny i limity látek v ovzduší pro Českou republiku, které jsou formulovány prostřednictvím PEL – povolená mez expozice a NPK – množství dusíku, fosforu a draslíku.

V druhé části bylo zařazeno zhodnocení jednotlivých běžných typů dopravy – tzn. letecké, silniční a železniční. U každého typu je přehledně shrnut nejen její vliv na ŽP, ale rovněž vliv na nejdůležitější oblasti, které významně ovlivňuje, a jsou nastíněny možnosti snížení negativních dopadů. Vzhledem k tomu, že na základě mnoha teoretických poznatků a již napsaných a vydaných publikací a článků na toto téma, jednoznačně vystupuje silniční přeprava jako nejproblematictější a mající nejvíce negativních vlivů na prostředí a navíc vykazující negativní trendy co se týče podílu na znečištění ŽP téměř ve všech oblastech, věnuje se druhá kapitola právě tomuto typu dopravy nejpodrobněji. Po základním zhodnocení vlivů silniční dopravy bylo zařazeno podrobnější členění pozemních

komunikací sloužící k silniční dopravě a to i v citacích zákona, jsou prezentovány statistické údaje a dále údaje zaměřující se na konkrétní situaci v MS kraji.

Třetí část práce doplňuje ucelený teoretický přehled popisované problematiky o osvětlení metody LCA, dále poskytuje vysvětlení pojmu Životní cyklus výrobku včetně popisu jeho jednotlivých fází a jejich důležitých aspektů. Neméně podstatnou částí je samotné využití metody LCA v praxi. Jako nejvíce důležité a tedy i více rozepsané typy použití této metody jsou představeny využití LCA při vývoji nových produktů (ekodesign) a při užití ekoznačení (EPD). Na konci kapitoly je ještě pro pořádek uvedena návaznost metody LCA na normy ISO.

Na základě teoretických poznatků přechází ve čtvrté části DP k praktické části, tzn. analýze a zhodnocení výsledků. V první fázi praktické části byly definovány cíle a rozsah analýzy tak, aby byla jednoznačně určena oblast zájmu a nedošlo tak ke zbytečně rozsáhlému a v konečném důsledku nekompatibilnímu výsledku analýzy. Další významnou částí byla inventarizační analýza, tzn. zhodnocení vstupů a výstupu důležitých pro výstavbu silnic. Na tuto část plynule navazuje již konkrétní statistika materiálové náročnosti výstavby komunikací s uvedením zcela konkrétních údajů získaných ze společnosti Silnice CZ, s. r. o. Na základě těchto kvantifikovaných údajů bylo možné přejít k modelaci v SW SimaPro a poté zhodnotit výsledky analýzy vlivu silnic na ŽP.

Z analýzy vychází, že nejvýznamnějším dopadem všech komunikací jsou fosilní paliva, hlavně nafta, benzín a ropné produkty obsažené v asfaltu, vždy více než 95 %. Všechny tyto suroviny jsou velmi škodlivé pro životní prostředí, protože obsahují anorganické (oxidy síry) i organické (uhlovodíky) látky. Ty při styku s jinými látkami reagují a tvoří nebezpečné sloučeniny, které mají negativní účinky na životní prostředí, např. ztenčování ozonové vrstvy, skleníkový efekt a v nemalé míře působí na zdraví člověka. Je také na místě, uvést stále stoupající využívání zdrojů těchto látek a jejich omezené zásoby.

Je zřejmé, že další zvyšování podílu silniční dopravy, využívající v převážné míře paliva vyráběná z ropných produktů, není trvale udržitelný vzhledem ke konečným zásobám ropy a k negativnímu ovlivňování kvality ŽP emisemi škodlivin ve výfukových plynech vozidel.

Vývoj efektivní strategie prevence znečištění ovzduší a nahrazení používaných přírodních zdrojů alternativními zdroji je komplexním úkolem, který vyžaduje vysoce odbornou přípravu a soubor opatření vedoucích k požadovaným výsledkům.

Práce poskytuje ucelený přehled a analýzu zadaného tématu a to jak z hlediska teoretického, tzn. přehled znečišťujících látek, typů přepravy a metodiku analýzy, tak z hlediska zaměření se na konkrétní problém silniční dopravy a jejích specifík, dopadů a možností minimalizace způsobených negativních vlivů. Cíl práce, tj. přiblížení problematiky vlivu silnic na ŽP, byl dle mého názoru splněn. Práce může sloužit jako obecný podklad a úvod do této problematiky pro orgány státní správy a popř. pro stavební organizace, ale zároveň může sloužit i jako zdroj informací pro jednotlivce i zájmové skupiny.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

1. ANDĚL P., 2005: *Assessment of landscape fragmentation caused by traffic: systematic guide*. Agency for Nature conservation and landscape fragmentation of Czech republic, Prague, 99 pp.
2. ANDĚL P., GORČICOVÁ I., HLAVÁČ V., MIKO L., ANDĚLOVÁ H., 2005: *Hodnocení fragmentace krajiny dopravou*. AOPK ČR, Praha, 99 pp.
3. BRANIŠ, M., HŮNOVÁ, I., 2009: *Atmosféra a klima: Aktuální otázky ochrany ovzduší*. Karolinum, Praha, 352 pp.
4. CENIA - Česká informační agentura životního prostředí. *Environmentální prohlášení o produktu*. [online]. Aktualizace 2007 [cit. 2012 - 03 - 06]. Dostupné z: <[http://www.cenia.cz/_C12571B20041E945.nsf/\\$pid/CENMSFM6XK7Y](http://www.cenia.cz/_C12571B20041E945.nsf/$pid/CENMSFM6XK7Y)>.
5. ČSN EN ISO 14040, 2006: *Environmentální management - Posuzování životního cyklu – Zásady a osnov*. ČNI, Praha.
6. ETC CONSULTING PRAGUE s.r.o. *Studie LCA* [online]. Aktualizace 2004 [cit. 2012 - 03 - 06]. Dostupné z: <<http://www.etc-consulting.cz/>>.
7. ETC CONSULTING PRAGUE s.r.o. *Co je LCA* [online]. Aktualizace 2012 – 02 - 17 [cit. 2012 - 04 - 06]. Dostupné z: <<http://www.lca.cz/cz/106-co-je-lca>>.
8. GOEDKOOP, M., 2006: *Introduction to SimaPro*, PRé Consultants
9. HLAVÁČ V., ANDĚL P., 2001: *Metodická příručka k zajišťování průchodnosti dálničních komunikací pro volně žijící živočichy*. AOPK ČR, Praha, 36 pp.
10. JUDL, J., 2010: *Posuzování životního cyklu systémů osobní dopravy*. VŠCHT, Praha, 83 pp.
11. KOČÍ, V. *LCA* [online]. Aktualizace 2001 [cit. 2012 - 02 - 06]. Dostupné z: <<http://www.lcastudio.cz>>.
12. KOČÍ, V., 2009: *Posuzování životního cyklu*. Ekomonitor, Chrudim, 263 pp.

13. KOČÍ, V., KREČMEROVÁ, T., 1/2010: *LCA integrovaných systémů nakládání se směsnými komunálními odpady v České republice*. Odpadové fórum, Waste Forum, České ekologické manažerské centrum, 4-17 pp.
14. KOČÍ, V., KREČMEROVÁ, T., KOTOULOVÁ, Z., 3/2010: *Koncepty integrovaných systémů nakládání s komunálním odpadem v ČR z pohledu LCA*. Odpadové fórum, Waste Forum, České ekologické manažerské centrum, 176-191 pp.
15. KREČMEROVÁ, T., KOČÍ, V., KOTOULOVÁ, Z., 2/2010: *Využití LCA k posouzení vlivu rozsahu sběru využitelných složek komunálních odpadů s ohledem na způsoby nakládání se směsným komunálním odpadem*. Odpadové fórum, Waste Forum, České ekologické manažerské centrum, 92-109 pp.
16. LAPČÍK, V., 2009: *Oceňování antropogenních vlivů*. VŠB-TU, Ostrava, 253 pp.
17. MAURI s.r.o. *Analýza životního cyklu* [online]. Aktualizace 2012-04-05[cit. 2012 - 03 - 31]. Dostupné z: <<http://www.vodarenstvi.cz/clanky/going-green-lca-celostni-pohled-pri-porovnavani-investicni-vystavby-ve-vodnim-hospodarstvi>>.
18. PODHORSKÝ M., 2006: *Moravskoslezský kraj*. Freytag & Brendt, Praha, 200 pp.
19. PRODUCT EKOLOGY CONSULTANTS. *SimaPro* [online]. Aktualizace 1995[cit. 2012 - 04 - 06]. Dostupné z: <<http://www.pre-sustainability.com/content/simapro-lca-training>>.
20. REMTOVÁ, K., 1998: *Preventivní přístupy v managementu životního prostředí – I. díl*. České centrum čistší produkce, Praha, 105 pp.
21. REMTOVÁ, K., 2003: *Ekodesign*. MŽP ČR, Praha, 15 pp.
22. REMTOVÁ, K., 2003: *Posuzování životního cyklu*. Ministerstvo životního prostředí, Praha, 15 pp.
23. ŘSD, 2009: *Silnice a dálnice 2009*. ŘSD, Praha, 24 pp.
24. SEDLÁČEK Š., 2009: *Projekt D47*. ŘSD ČR, Praha, 28 pp.
25. VÍDEN, I., 2005: *Chemie ovzduší*. VŠCHT, Praha, 98 pp.

26. VLACH, J., 2008: *Posuzování životního cyklu komunálního odpadu*. VÚT, Brno, 81 pp.
27. VŠB-TUO, MŠMT. *Databáze vysokoškolských prací* [online]. Aktualizace 2007/2008[cit. 2012 - 04 - 06]. Dostupné z: <<http://vskp.vsb.cz/studentska-prace/68>>.
28. WEINZETTEL, J., 2008: *LCA elektronického výrobku*. ČVUT FEL, Praha, 30 pp.
29. WEINZETTEL, J.; KUDLÁČEK, I., 2007: *Studie LCA s využitím programu SimaPro*. FEL ČVUT, Praha, 4 pp.

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ

CFC	Freony
CO	Oxid uhelnatý
CO ₂	Oxid uhličitý
ČR	Česká republika
EPD	Environmentální prohlášení o produktu
ETS	Systém pro obchodování s emisemi
EU	Evropská unie
DP	Diplomová práce
CH ₄	Metan
IATA	Mezinárodní sdružení leteckých dopravců
ICAO	Mezinárodní organizace pro civilní letectví
IPCC	Mezinárodní panel pro změnu klimatu
IRZ	Integrovaný registr znečištění
ISO	Mezinárodní organizace zabývající se tvorbou norem
LCA	Analýza životního cyklu výrobku
MĚŘO	Metylestery řepkového oleje

MOPITT	Měření znečištění ovzduší v troposféře
MW	Megawatt
N ₂ O	Oxid dusný
NASA	Národní úřad pro letectví a kosmonautiku
NO	Oxid dusnatý
NO ₂	Oxid dusičitý
NO _x	Oxidy dusíku
NPK	Množství dusíku, fosforu, draslíku
PEL	Povolená mez expozice
PM _(10; 2,5; 1,0)	Poletavý prach (počet mikrometrů)
SETAC	Společnost pro environmentální toxikologii a chemii
SIMAPRO	Softwarový nástroj k metodice LCA
SO ₂	Oxid siřičitý
SO ₃	Oxid sírový
SO _x	Oxidy síry
VOC	Těkavé organické látky
ŽP	Životní prostředí

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1: Emise oxidu uhličitého podle původu (www.irz.cz)	3
Obrázek 2: Vývoj koncentrace oxidu uhličitého v ovzduší v letech 1960-2000 (www.irz.cz)	3
Obrázek 3: Satelitní snímek Země s obsahy oxidu uhelnatého ve spodních vrstvách atmosféry - satelit NASA „Terra“ s pomocí senzoru „MOPITT“	5
Obrázek 4: Antropogenní zdroje NO _x (www.irz.cz)	6
Obrázek 5: Rozložení koncentrace NO ₂ v ovzduší nad Evropou - červená = zvýšená koncentrace (www.irz.cz).....	7
Obrázek 6: Dopravní síť České republiky z hlediska druhů silnic (ŘSD, 2009)	23
Obrázek 7: Životní cyklus výrobku (REMTOVÁ, 1998)	26
Obrázek 8: Úplný životní cyklus výrobku (KOČÍ, 2009)	26
Obrázek 9: Schéma fází LCA (KOČÍ, 2009)	27
Obrázek 10: Schéma posuzování životního cyklu podle normy ČSN EN ISO 14040	27
Obrázek 11: Environmentální prohlášení o produktu - značka (www.cenia.cz)	31

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1: Exhalace leteckých motorů (LAPČÍK, 2009)	12
Tabulka 2: Pozemní komunikace s očekávanou třídou dopravního zatížení (z. 13/1997 Sb.)21	
Tabulka 3: Třídy dopravního zatížení (ČSN 73 6114).....	22
Tabulka 4: Přehled délek komunikací v České republice (ŘSD, 2009).....	23
Tabulka 5: Poměr délky dopravní sítě k rozloze kraje v České republice (ŘSD, 2009).....	24
Tabulka 6: LCA dané normami (REMTOVÁ, 2003)	33
Tabulka 7: Dálnice D0 – T (ONDRÁŠEK, 2012)	37
Tabulka 8: Dálnice D0 – N (ONDRÁŠEK, 2012).....	37
Tabulka 9: Silnice I. třídy (ONDRÁŠEK, 2012)	38
Tabulka 10: Silnice II. třídy (ONDRÁŠEK, 2012).....	38
Tabulka 11: Silnice III. třídy (ONDRÁŠEK, 2012).....	39
Tabulka 12: Místní komunikace (ONDRÁŠEK, 2012)	39
Tabulka 13: Procesy a délky vytvořených staveb (ONDRÁŠEK, 2012).....	40
Tabulka 14: Spotřebovaná energie a paliva (ONDRÁŠEK, 2012).....	40
Tabulka 15: Přepočet litru benzínu na tuny	40
Tabulka 16: Souhrn spotřebovaného materiálu na 1 km komunikace (ONDRÁŠEK, 2012)41	
Tabulka 17: Výstupní materiály (ONDRÁŠEK, 2012).....	42
Tabulka 18: Výsledná inventarizační tabulka	43
Tabulka 19: Vyčíslení dopadů v % – Endpoint indikátor - dálnice D0-T.....	45
Tabulka 20: Vyčíslení dopadů v % – Midpoint indikátor - dálnice D	45
Tabulka 21: Vyčíslení dopadů v % – Endpoint indikátor - dálnice D0-N	46
Tabulka 22: Vyčíslení dopadů v % – Midpoint indikátor - dálnice D0-N.....	46
Tabulka 23: Vyčíslení dopadů v % – Endpoint indikátor - silnice I. třídy	47
Tabulka 24: Vyčíslení dopadů v % – Midpoint indikátor - silnice I. třídy	47
Tabulka 25: Vyčíslení dopadů v % – Endpoint indikátor - silnice II. třídy	48
Tabulka 26: Vyčíslení dopadů v % – Midpoint indikátor - silnice II. třídy.....	48
Tabulka 27: Vyčíslení dopadů v % – Endpoint indikátor - silnice III. třídy.....	49
Tabulka 28: Vyčíslení dopadů v % – Midpoint indikátor - silnice III. třídy.....	49
Tabulka 29: Vyčíslení dopadů v % – Endpoint indikátor - místní komunikace	50
Tabulka 30: Vyčíslení dopadů v % – Midpoint indikátor - místní komunikace	50
Tabulka 31: Vyčíslení dopadů v % – Endpoint indikátory - souhrn.....	51
Tabulka 32: Vyčíslení dopadů v % – Midpoint indikátory - souhrn.....	51

Tabulka 33: Kategorizace dopadu.....	52
Tabulka 34: ABC analýza	55
Tabulka 35: ABC analýza - Endpointový indikátor dopadu - všechny typy komunikací...	55
Tabulka 36: ABC analýza - Midpointový indikátor - všechny typy komunikací	55
Tabulka 37: Kontrola konzistence.....	56

SEZNAM GRAFŮ

Graf 1: Grafické znázornění Endpoint indikátoru dopadů - dálnice D0-T.....	45
Graf 2: Grafické znázornění Midpoint indikátoru dopadů - dálnice D0-T	45
Graf 3: Grafické znázornění Endpoint indikátoru dopadů - dálnice D0-N	46
Graf 4: Grafické znázornění Midpoint indikátoru dopadů - dálnice D0-N.....	46
Graf 5: Grafické znázornění Endpoint indikátoru dopadů - silnice I. třídy	47
Graf 6: Grafické znázornění Midpoint indikátoru dopadů - silnice I. třídy	47
Graf 7: Grafické znázornění Endpoint indikátoru dopadů - silnice II. třídy	48
Graf 8: Grafické znázornění Midpoint indikátoru dopadů - silnice II. třídy	48
Graf 9: Grafické znázornění Endpoint indikátoru dopadů - silnice III. třídy.....	49
Graf 10: Grafické znázornění Midpoint indikátoru dopadů - silnice III. třídy	49
Graf 11: Grafické znázornění Endpoint indikátoru dopadů - místní komunikace	50
Graf 12: Grafické znázornění Midpoint indikátoru dopadů - místní komunikace	50
Graf 13: Grafické znázornění Endpoint indikátorů dopadů - souhrn.....	51
Graf 14: Grafické znázornění Midpoint indikátorů dopadů - souhrn.....	51

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha č. 1: Přehled staveb silnic v kraji za rok 2010 (ŘSD, 2010)

Příloha č. 2: Síťový graf závislosti elementárních toků – Dálnice D0 – T

Příloha č. 3: Síťový graf závislosti elementárních toků – Dálnice D0 – N

Příloha č. 4: Síťový graf závislosti elementárních toků – Silnice I. třídy

Příloha č. 5: Síťový graf závislosti elementárních toků – Silnice II. třídy

Příloha č. 6: Síťový graf závislosti elementárních toků – Silnice III. třídy

Příloha č. 7: Síťový graf závislosti elementárních toků – Místní komunikace